Die Standardisierung des industriellen Weizenwertes

Von der Technischen Hochschule
zu Breslau
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte
Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Alfred Köster
aus Duisburg a. Rh.

Referent:
Prof. Dr. Ing. Gründer

Korreferenten:
Prof. Dr. phil. Rehorst
Prof. Dr. phil. Berkner

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Mai 1939.

1939

Druckerei wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch, Würzburg-Aumühle

*4687

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben Vater gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542702_0025

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Teil: Der Maßstab der Qualität

1. Die Ansprüche des Bauern 3
2. Die Ansprüche des Müllers 5
3. Die Ansprüche des Bäckers 12

II. Teil: Die Methoden der Qualitätsbestimmung

1. Das Hektolitergewicht 21
2. Der Backversuch 21
3. Der Klebergehalt 22
4. Die Quellprobe 24
5. Die Schrotgärprobe 25
6. Die Proteinbestimmung 26
7. Das Extensimeter 27
8. Der Farinograph 29
9. Methoden von theoretischem Interesse 32

III. Teil: Die Anwendung des Farinographen zur Weizenbewertung

1. Die Genauigkeit der Apparatur 35
2. Die Vorbereitung der Muster 45
3. Die Kennzeichen des Mischwertes 45
4. Der Erweichungsgrad als Wertmaßstab 48
5. Die Hankoczy'sche Auswertungsmethode 49
6. Die Kopetz'sche Auswertungsmethode 55
7. Die Biéchy'sche Auswertungsmethode 56
8. Die Bewertung nach Punkten 57
9. Das Galter'sche System 60
10. Die Typenskala von Brabender 62
11. Die Umwandlung der Brabender'schen Typenskala in ein Diagramm 65
12. Die praktische Ermittlung der Mischwertskala 67
13. Die Kombinationsmöglichkeiten zwischen Resistenz und Erweichung 69
14. Die Funktion zwischen Mischwert und Resistenz 71
15. Die Funktion zwischen Mischwert und Erweichung .. 73
16. Das Arbeiten mit dem Mischwert-Diagramm 74
17. Die Konstruktion des Valorimeters 78

IV. Teil: Der industrielle Weizenwert

1. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehles 82
2. Der Besatz des Weizens 84
3. Der Wassergehalt des Weizens 84

Seite

4. Die Härte des Weizens 85
5. Der Klebergehalt 88
6. Die Teigentwicklungszeit 88
7. Der Auswuchs 89
8. Der Wanzenweizen 90
9. Der farinographische Nachweis kranker Weizen 91
10. Die Hitzeschädigung 92
11. Die Bewertung kranker Weizen 93
12. Die Zusammenfassung der wertbestimmenden Eigenschaften 94

Schluß 96

Schrifttum 97

Einleitung.

Die Kunst des Brotbackens gehört zu den ältesten Handwerken, welche die Kulturgeschichte der Menschheit kennt. Ebenso alt und vielleicht noch älter ist der organisierte Anbau von Weizen zum Zwecke der Ernährung[1][2]). Betrachtet man die Weizenähren, welche uns die Ägyptergräber aus dem Altertum erhalten haben, so sieht man verschiedengestaltete Körner und Ähren, teils mit langen Spelzen und Grannen, teils mit kurzen. Man hat also schon damals verschiedene Weizensorten angebaut, und die Annahme ist durchaus berechtigt, daß es Weizen verschiedener Qualitäten gewesen sind. Heute kann man das nicht mehr nachprüfen, weil die alten Sorten nicht mehr existieren und inzwischen in neue Sorten aufgegangen sind. Heute weiß man auch nicht mehr, wieweit den Ägyptern die Frage nach Unterschieden in den Weizenqualitäten überhaupt interessant war. Erst nach einem großen Sprung in die Neuzeit, als um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts die rapide Entwicklung von Technik, Verkehr und Handel die Menschen und ihre Werke aus allen Ländern einander nahebrachte, wurde die präzisierte Frage nach Qualität gestellt. 1848 baute Boland[3]) als einer der ersten eine Vorrichtung, von ihm Aleurometer genannt, mit welchem er Weizenqualitäten unterscheiden wollte. Der fortschreitende Handel brachte kanadische Weizen nach Europa, welche um die Jahrhundertwende Europa förmlich überschwemmten[4]). Diese Weizen sind heute unter dem Namen Manitoba, der sich von dem wichtigsten Anbaugebiet Manitoba ableitet, bekannt. Diese Weizen erwarben sich den Ruf, die besten Weizen der Welt zu sein. Diesen Ruf haben sie sich unbestritten bis heute erhalten. Versuche, diese Weizen durch Züchtungen und Anbau nachzumachen, Hand in Hand mit der Entwicklung der maschinellen Müllerei und des nach ökonomischen Gesichtspunkten bewirtschafteten Ackerbaues, schoben die Frage nach Qualität weiter in den Vordergrund. Die Verfeinerung der bäckerischen Kunst, die Vielgestaltigkeit der Gebäckarten[5]) und der Mehlverwendung[6]), der Übergang des rein handwerklichen Bäckereibetriebes zum halb- und ganzma-

schinellen Betrieb, die Zusammenballung bäckereitechnischer Einrichtungen zu kleinen und schließlich auch zu riesigen Brot-, Kuchen- oder Keksfabriken haben die Ansprüche, welche an den Rohstoff, den Weizen, sowie an die Weizenprodukte gestellt werden, sehr mannigfaltig gestaltet.

Die praktische Entwicklung ist auch hier der Wissenschaft vorausgeeilt. Ehe die Wissenschaft die Frage nach Qualität überhaupt formulieren konnte, hat die Praxis sich soweit entwickelt, daß der Begriff „Qualität" ein ganzer Fragenkomplex geworden ist. Jeder einzelne, welcher an dem langen Wege von der Aussaat auf dem Felde bis zum Tisch des Konsumenten steht und an den zahlreichen Verästelungen dieses Weges mit dem Weizen und seinen Produkten umgeht, hat seine eigene Vorstellung von Qualität, die nichts mit der eines andern gemeinsam zu haben braucht.

Der Getreidechemiker Platt [7]) sagte 1934 anläßlich der Zusammenkunft der Getreidechemiker in Washington USA: Nichts fördert eine Wissenschaft schneller, als eine klar umrissene Vorstellung desjenigen, worüber wir uns unterhalten wollen.

Die vorliegende Arbeit zielt zuerst auf eine Analyse des Begriffes „Qualität" und Definierung derjenigen Momente hin, welche als Grundlage einer Standardisierung der Weizen dienen können und zeigt schließlich auf, welche Wege zur Erreichung dieses Zieles beschritten werden können.

I. Teil.

Der Maßstab der Qualität.

1. Die Ansprüche der Bauern.

Die Ansprüche, welche an Weizen gestellt werden, sind je nach den Gesichtspunkten, von denen der Betrachtende ausgeht, verschieden [8]) [9]). Es ist daher nicht möglich, auf die Frage, welcher Weizen „gut" und welcher „schlecht" ist, eine eindeutige Antwort zu geben. Trotzdem wird die Frage nach „gut" oder „schlecht" immer wieder gestellt und von den verschiedenen Seiten verschieden und widersprechend beantwortet.

Es soll daher zunächst auseinandergelegt werden, welche Ansprüche gestellt werden können und welche Zusammenhänge dabei bestehen. Der Bauer ist der erste, welcher mit dem Weizen umgeht. Wenn dieser seine Felder bestellt, gepflegt, abgeerntet und den Ertrag verkauft hat, so hat er nichts mehr damit zu tun; sein Interesse beschränkt sich also auf Saat und Ernte und nicht mehr auf die weitere Verwendung des Weizens. Was die Saat angeht, so liegt es im eigenen Interesse des Bauern, dafür zu sorgen, daß sein Saatgut frei von Fremdkörpern und fremden Sämereien ist. Einwandfreie Reinigungsmaschinen für das Saatgut sind schon sehr lange in Gebrauch. Es tritt die Frage an den Bauern heran, welchen Weizen er aussäen soll. In der Frage liegt schon die Tatsache enthalten, daß es verschiedene Weizensorten gibt, die verschiedene Eigenschaften haben. Für welche Eigenschaften wird sich der Bauer interessieren? Da sein Geschäft sich nicht auf der Weiterverarbeitung des Weizens aufbaut, sondern nur auf der Lieferung des Weizens als Rohstoff, wird es ihm in erster Instanz daran gelegen sein, möglichst viel Weizen zum Verkauf zu bringen. Er wird also solche Weizensorten anbauen, welche möglichst hohe Erträge bringen. Das ist auch bis zum Jahre 1930 das wesentliche Ziel im deutschen Landbau gewesen [10]). Zur Erläuterung der Unterschiede,

welche bei den Erträgen vorliegen, seien einige Zahlen angegeben[11]); als mittlere Erträge werden in Deutschland 18 Doppelzentner Weizen vom Hektar geerntet. Höchsterträge kommen bis 40 dz je Hektar vor, und Hochzuchtsorten, die besonders gezüchtet wurden mit dem Ziel, hohe Erträge zu liefern, gehen noch darüber hinaus.

Es hat sich aber nun gezeigt, daß hohe Erträge nicht parallel gehen mit den Eigenschaften, welche andere Interessenten vom Weizen verlangen. Da vor 1933 ausländischer Weizen in beliebigen Mengen zur Verfügung stand, konnten Mängel der einheimischen Weizen durch Mischen mit zweckentsprechenden ausländischen Weizen ausgeglichen werden. Je nach Marktlage waren die ausländischen Weizen allerdings teurer als die einheimischen. Die Getreideverbraucher — die Mühlen — waren an den Zustand gewöhnt, und da niemand den Bauern andere Anweisungen gab, verharrten sie bei ihrem durchaus verständlichen Verfahren, dafür zu sorgen, daß sie möglichst große Erträge bekamen ohne Rücksicht auf die Verwendbarkeit der Weizensorten.

Ein weiterer Punkt, der den Bauer mit Rücksicht auf die Absatzmöglichkeit interessiert, ist der Gesundheitszustand des Weizens, den er verkaufen will. Die häufigste Krankheit ist der Auswuchs, welcher dann auftritt, wenn gegen Ende der Reife bei warmem Wetter Regen fällt. Durch das Zusammenwirken von Wärme und Feuchtigkeit beginnen die Körner auf dem Halm zu keimen. In vielen Fällen kann der Bauer den Auswuchs vermeiden, wenn er den bevorstehenden Witterungsumschlag zeitig merkt und das Getreide rechtzeitig vom Felde hereinholt. In anderen Fällen, wenn der Regen zu früh kommt oder längere Regenperioden einsetzen, liegt es außerhalb seiner Macht, eine Ernteschädigung zu verhüten. Er kann den Schaden nur noch eindämmen durch möglichst schnelles Trocknen des eingebrachten Weizens. Solcher auswuchshaltige Weizen ist zu erkennen an der dunklen Farbe des Keimlings in leichten Fällen, oder an den lang herausgewachsenen Würzelchen in schweren Fällen. Ein solcher Weizen ist immer minderwertig aus Gründen, welche später noch erörtert werden. Die Neigung der verschiedenen Weizen zum Auswachsen ist nicht gleich groß und kann von dem Saatzüchter durch geeignete Kreuzungen beeinflußt werden[12]).

Ein anderer Gesichtspunkt, der den Bauer indirekt bei der Auswahl seines Saatgutes beeinflußt, leitet sich ab von den Interes-

sen des Getreideverbrauchers, des Müllers, auf den wir jetzt zu sprechen kommen.

2. Die Ansprüche des Müllers.

Ganz ähnlich, wie der Bauer direkt daran interessiert ist, einen möglichst hohen Ernteertrag zu bekommen, ist der Müller daran interessiert, möglichst viel verkaufsfähiges Mehl aus dem Getreide zu ermahlen. Abgesehen von der technischen Mühleneinrichtung ist das abhängig von der Getreidesorte [13]).

Die prozentuale Menge des verkaufsfähigen Mehles, welches er aus dem Getreide ermahlen kann, nennt der Müller die Ausbeute. Leider wird die Berechnung der Ausbeute nicht einheitlich durchgeführt [14]). Manche Müller beziehen die Ausbeute auf die Menge des Weizens, welcher eingekauft wird, und andere auf die Menge, welche zur Vermahlung kommt. Der Unterschied besteht darin, daß der eingekaufte Weizen ½—4% Verunreinigungen enthält, während der zur Vermahlung gelangende Weizen davon befreit ist. Ferner wird der Weizen normalerweise zu trocken eingekauft, um sofort vermahlen werden zu können; deshalb wird er mit 0—5% Wasser versetzt. Dieser Hinweis ist notwendig zur folgenden Untersuchung der Zuverlässigkeit des Maßstabes, dessen sich der Müller bedient zur Beurteilung eines Weizens inbezug auf seine Ausbeutefähigkeit.

Es ist eine alte Müllerregel, daß ein Weizen inbezug auf Mehlausbeute umso ergiebiger ist, je höher sein Hektolitergewicht ist. Leider hat diese Regel aber außerordentlich viele Ausnahmen [15]) [16]) [17]), und in der jüngsten Zeit versucht man, die Bestimmung des Hektolitergewichtes durch zuverlässigere Methoden zu ersetzen [18]). Geht man von gereinigtem und vorbereitetem Weizen aus, wie er zur Vermahlung kommt, so ist keine Logik in einer Beziehung zwischen Hektolitergewicht und der Ausbeutefähigkeit zu finden. Anders ist es, wenn man von dem ungereinigten und unvorbereiteten Getreide ausgeht. Je mehr Verunreinigungen wie Spreu und Unkräuter mit geringem spez. Gewicht in dem Getreide enthalten sind, umso niedriger wird das Hektolitergewicht. Das wasserfreie Korn hat ein spez. Gewicht von etwa 1,3. Je mehr Wasser in dem Getreide enthalten ist, umso niedriger wird daher auch das Hektolitergewicht. Diese Erniedrigung wird noch auffal-

lender durch das Quellen der feuchten Körner, wodurch diese weniger dicht beisammen liegen.

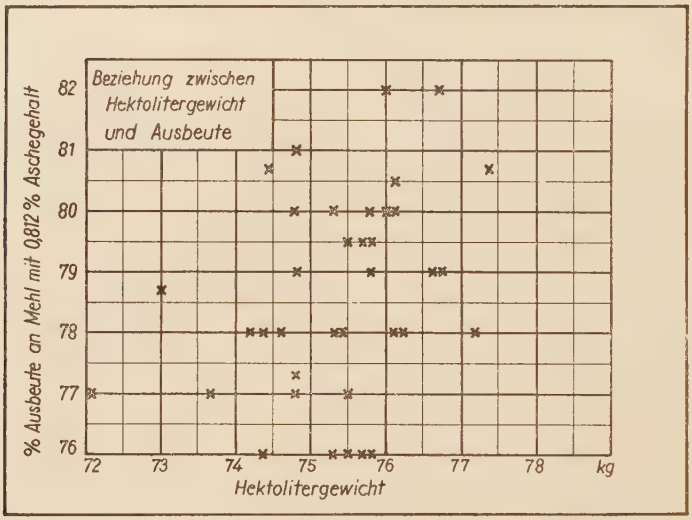


Abb. 1.

Kauft ein Müller ein Quantum Weizen mit geringem Wassergehalt, z. B. 12%, also mit hohem Hektolitergewicht, so muß er 5% Wasser zugeben, um auf 17,0% Feuchtigkeit zu kommen, wie sie durchschnittlich erforderlich ist zur einwandfreien Vermahlung. Hatte der Weizen aber von vornherein schon 17,0% Wasser, also ein niedriges Hektolitergewicht, so kann kein Wasser hinzugegeben werden. Die im ersten Falle zugefügten 5% Wasser sind Substanzgewinn für den Müller, die sich als erhöhte Mehlausbeute äußern, wenn er die Ausbeute auf das eingekaufte Getreide bezieht [19]). In diesem Falle hat der Müller also recht, wenn er sagt, daß ein höheres Hektolitergewicht eine höhere Mehlausbeute bedingt. Dasselbe ergibt sich bei der Betrachtung des Einflusses der Verunreinigungen. Hatte das Getreide 4% Verunreinigungen, also niedriges Hektolitergewicht, so werden bei der Reinigung diese 4% des eingekauften Getreides in die Kleie geführt, die sich in einer verringerten Mehlausbeute äußern. Hatte das Getreide nur ½% Verunreinigungen, so stellt sich der Müller besser. Das Zusammenwirken der beiden Faktoren, Feuchtigkeit und Verunreinigung,

läßt die vermeintliche Richtigkeit der Hektolitergewichtstheorie noch glaubhafter erscheinen.

Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen, enthält die Hektolitergewichtsbestimmung eine indirekte Methode zur Bestimmung des Feuchtigkeits-plus Verunreinigungsgehaltes, welche der wirklichen Beziehung zwischen der Ausbeute und dem Hektolitergewicht des Getreides überlagert ist[20][21].

Um diese Überlagerung auszuschalten, muß das Hektolitergewicht des Getreides auf eine Normalbasis bezogen werden. Erstens müssen die zu vergleichenden Getreidesorten gereinigt sein, und zweitens auf den gleichen Feuchtigkeitsgehalt, z. B. 17,0%, gebracht werden. Wird das getan, so ergeben sich die Beziehungen, welche in dem Diagramm (Abb. 1) wiedergegeben sind. Es handelt sich um eine Reihe von Weizenposten, welche in einer österreichischen Mühle im Laufe eines Zeitabschnittes zur Vermahlung gekommen sind. Es kann nicht verantwortet werden, aus diesen Ergebnissen eine Regel abzuleiten.

Die Tatsache, daß diese Unstimmigkeit der Hektolitergewichtstheorie nicht schon in allen Mühlen erkannt worden ist, liegt daran, daß nur wenig große Mühlen für derartig sorgfältige Untersuchungen eingerichtet sind und an den infrage kommenden Stellen des Mühlendiagramms die nötigen automatischen Hektolitergewichtswaagen und Ausbeutekontrollwaagen eingebaut haben. Diejenigen Mühlen jedoch, welche die nötigen Kontrollvorrichtungen haben, halten sich nicht mehr an der Theorie der Hektolitergewichtsbestimmung.

Der wertvermindernde Einfluß der Feuchtigkeit und der Verunreinigungen, welcher indirekt mit dem Hektolitergewicht zum Ausdruck gebracht wird, läßt sich auf direktem Wege durch Bestimmung des Anteils an Verunreinigungen und der Feuchtigkeit viel genauer feststellen. In dieser Richtung sind auch schon Bestrebungen im Gange. Der argentinische Getreidehandel, welcher z. Zt. einer Neuorganisation unterworfen wird, schreibt bestimmte Grenzen vor, in denen sich diese Größen bewegen dürfen[22]. Ebenfalls wird in Deutschland der Gehalt an Verunreinigungen beim Handel berücksichtigt[23].

Es bleibt die Frage der Erkennung der Ausbeutefähigkeit des Kornes als separate Frage übrig. Da das Hektolitergewicht diese Frage nicht löst, hat man sich nach anderen Merkmalen umgesehen. Neumann[24][25] schlug als erster vor, anstelle des Hektolitergewichtes das spezifische Gewicht zu benutzen. Dieser Vorschlag wurde später von Brückner[26][27][28] wieder aufgegriffen.

Da sich das spez. Gewicht sehr genau bestimmen läßt, erschien diese Methode inbezug auf Reproduzierbarkeit geeignet zu sein. Die Theorie, daß die Ausbeutefähigkeit in einem Zusammenhang steht mit dem spez. Gewicht, stützt sich auf die folgende Überlegung: es ist eine Erfahrungstatsache, daß diejenigen Weizen, die während der Vermahlung den größten Anteil an Grießen liefern, sich am höchsten ausbeuten lassen. Die Eigenschaft eines Korns, mehr oder weniger Grieße zu bilden, ist abhängig von der inneren Struktur. Ein mehliges Korn zerfällt beim Vermahlen sofort zu staubfeinem Mehl und bildet wenig Grieße. Ein hartes, glasiges Korn dagegen läßt sich nicht so leicht zerpulvern, sondern zerfällt in viel Grieße und wenig feines Mehl, wobei die Grieße weiter zu Mehl verarbeitet werden. Bei den glasigen Körnern ist der Kern des Kornes dichter als bei den mehligen Körnern und sie haben daher ein höheres spez. Gewicht als die letzteren.

Die Gedankengänge, die zu der Methode geführt haben, sind also keine direkten, sondern gehen indirekt über die Fähigkeit der Grießbildung. Die Methode hat noch keine Verbreitung in den Mühlen gefunden, sodaß keine Erfahrungen der Praxis vorliegen.

Die Frage ist nun interessant, ob und wie man dem Begriff der Ausbeutefähigkeit auf direktem Wege nahekommen kann. Das Getreidekorn enthält ca. 85% Mehlkern, die restlichen 15% stellen die Schalen und die Keimlingssubstanz dar[29]). Wenn es gelungen ist, den Mehlkern restlos aus der Schale herauszuholen, so hat man das Optimum an Ausbeute bei dem betr. Weizen erreicht.

Der Gedanke ist nun naheliegend, die verschiedenen Ausbeutefähigkeiten der Weizensorten auf verschiedene Schalengehalte zurückzuführen und durch analytische Bestimmung des Schalengehaltes die Ausbeutefähigkeit im voraus zu bestimmen[18]). An Versuchen in dieser Richtung hat es auch nicht gefehlt. Das Problem besteht darin, auf chemischem, mechanischem oder biologischem Wege den Mehlkern restlos aus den Schalen zu entfernen. Der Mehlkern besteht zum wesentlichen Teil aus Stärke und Protein. Letzteres zieht als haltgebendes Bindemittel zwischen den Stärkekörnern hindurch[30]). Das ganze Endosperm ist von der „Aleuronschicht" umhüllt[31]). Pelshenke[32]) versuchte, den Protein-Stärke-Verband durch Abbau des Proteins mit $\frac{n}{50}$ Milchsäure zu lösen und den dadurch flüssig werdenden Mehlkern aus dem vorher geschroteten Weizen herauszuwaschen. Die ganze Analyse dauerte 3 Tage, wodurch die praktische Verwendbarkeit infrage gestellt wurde.

Abgesehen davon duplizieren die Ergebnisse nicht genügend. Grischenko [33]) hat sich die ungeheure Arbeit gemacht, auf mechanischem Wege mit Messer, Nadel und Pinzette Getreidekörner von ihren Schalen zu befreien, die Keimlingsteile abzuziehen und den Mehlkern aus der angewachsenen Aleuronschicht zu kratzen. Die Arbeit diente in erster Linie der Erforschung der Getreidebestandteile und in zweiter Linie der Bestimmung der Ausbeutefähigkeit. Es liegt auf der Hand, daß ein solches mühsames Verfahren für die Praxis niemals eine Bedeutung erlangen kann. Den biologischen Weg ging Lowig [34]), welcher Körner restlos auskeimen ließ, die leeren Hüllen abzog, trocknete und auswog. Die Resultate duplizierten hervorragend.

Betrachtet man die nach diesem letzten Verfahren erhaltenen Ergebnisse, so wird man feststellen, daß sie wesentlich niedriger sind als diejenigen, welche Pelshenke und Grischenko fanden.

Sie sind auch viel niedriger, als sie nach den allgemeinen Erfahrungen der Müllerei sein dürften. Die Ursache ist darin zu suchen, daß die Begriffe für „Schale" vom müllerischen und biologischen Standpunkt aus verschieden sind. Der Müller versteht unter „Schale" alle Schalen des Korns einschließlich der Aleuronschicht, zuzüglich des Keimlings. In der nach dem biologischen Auskeimen verbleibenden Schale dagegen ist nicht mehr vom Keimling vorhanden, und außerdem hat die junge Pflanze den Eiweißgehalt der Aleuronschicht aufgenommen. Diese Methode sagt daher dem Müller nicht das, was er wissen will.

Im Bäckerei-Institut Budapest ist der Versuch ausgeführt worden, das Protein durch Behandlung mit dem eiweißabbauenden Enzym Papayotin in Lösung zu bringen. Die Versuche scheiterten jedoch an der zu langen Einwirkungsdauer und der schlechten Reproduzierbarkeit der Resultate.

Doppelbestimmung des Schalengehaltes.

	1.	2.
Deutscher schmalkörniger Weizen	12,9%	12,9%
Deutscher dickkörniger Weizen	14,2%	14,0%
Australischer Weizen	13,2%	13,1%
Sinmarq, Argentinien	13,2%	13,5%
Blackhull, Argentinien	13,6%	13,6%
Lin Calel, Argentinien	14,5%	14,9%
Carsten V, Deutschland	13,6%	13,4%
Manitoba, Canada	14,1%	14,8%

Abb. 2.

Verfasser der vorliegenden Arbeit hat eine Methode ausgearbeitet, welche zu dem chemischen Prinzip zurückkehrt. Es ist bekannt, daß durch Erniedrigung des PH-Wertes große Teile des Proteins in Lösung gebracht werden können [35]). Auf diesem Prinzip beruhte auch die Pelshenke-Methode. Durch Erniedrigung des PH-Wertes wird aber nicht der ganze Proteingehalt abgebaut, sondern einzelne Bestandteile bleiben weitgehend unangegriffen und erschweren die Auswaschung des Mehlkerns. Hierauf ist auch die ungenügende Duplizierbarkeit der Pelshenke-Methode zurückzuführen. Es mußte daher nach einem Verfahren gesucht werden, das das Protein restlos verflüssigt. Mit dem Farinographen, auf welchen an weiterer Stelle zurückzukommen sein wird, konnte nachgewiesen werden, daß Schwefeldioxyd eine sehr stark abbauende Wirkung auf Protein ausübt. Eine Behandlung von Weizenschrot mit Schwefeldioxyd brachte den Abbau aber noch immer nicht so weit, daß sich der Mehlkern restlos auswaschen ließ. Es wurde daher zu einem kombinierten Verfahren der Behandlung mit Schwefeldioxyd und gleichzeitiger Erniedrigung des PH-Wertes geschritten. Diese Möglichkeit bot sich in einfachster Weise durch Anwendung von saurem schwefligsaurem Natron. Nach 3-stündiger Einwirkung war das Protein soweit abgebaut, daß sich der Mehlkern restlos aus den Schalen auswachsen ließ, und die Ergebnisse duplizierten befriedigend. Die Tabelle Abb. 2 gibt die Schalengehalte von verschiedenen Weizensorten wieder. Erstaunlich sind die geringen Unterschiede, obwohl es sich zum Teil um Weizensorten handelt, die in der Mühle große Differenzen in den Ausbeuteergebnissen bringen.

Der Australier ließ sich ganz enorm hoch ausmahlen, während die deutschen Weizen ausgesprochen schlecht waren. Der Manitoba hatte das höchste Hektolitergewicht, ließ sich hoch ausmahlen und hatte doch einen hohen Schalengehalt. Auch der Lin Calel ließ sich gut ausmahlen trotz eines hohen Schalengehaltes. Das Ergebnis macht auch die Hoffnung zunichte, aus dem Schalengehalt Schlüsse auf die Ausbeutefähigkeit ziehen zu können. Der Grund für die Verschiedenheit der Ausbeutefähigkeit muß also in anderen Ursachen gesucht werden. Ganz unberücksichtigt gelassen worden ist bei allen bisherigen Untersuchungen die Form und Ausbildung des Kornes. Schneidet man Körner eines Weizens, welcher sich gut ausmahlen läßt, und von einem solchen, der sich schlecht ausmahlen läßt, quer durch, so ergeben sich die Bilder in Abb. 3. Das gut ausmahlbare Korn ist breit und hat einen glatten, wenig tiefgehen-

den Spalt, während das schlecht ausmahlbare Korn einen mehr runden Querschnitt hat mit einem tiefgehenden Spalt, der sich im Innern ausbreitet. Bei dem Querschnitt B hat das Korn eine größere und komplizierter gebaute Oberfläche als im Falle A. Es ist ohne weiteres verständlich, daß es schwieriger sein muß, aus einem Korn mit einer Oberfläche wie im Falle B das Mehl herauszulösen als im Falle A. Damit erklärt es sich, daß der Weizen A höher ausgebeutet werden kann als der Weizen B.

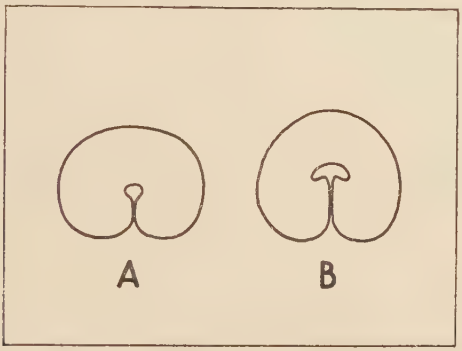


Abb. 3.

Es ist schon von Knyaginichev [36]) versucht worden, den Spalt zahlenmäßig auszuwerten, wobei eine wesentlich bessere Parallele zur Ausbeutefähigkeit gefunden wurde, als mit allen anderen Methoden. Der Einführung in die Praxis steht aber die lange Dauer der Präparation entgegen, welche zur Erlangung duplizierbarer Schnitte 16 Stunden für die Vorbereitung in Anspruch nimmt. Man darf aber nicht übersehen, daß außer der Spaltausbildung die Grießbildung die Ausbeutefähigkeit beeinflußt und erst beide zusammen dem Ziel am nächsten kommen würden.

Wie oben erwähnt, S. 8, geht die Grießbildung parallel mit der Härte des Weizens. Eine Apparatur, welche sich bereits eingeführt hat zur Bestimmung der Mahlhärte, hat Gründer beschrieben [37]). Die Kombination der mittels dieser Apparatur und der Auswertung der Querschnittbilder erhaltenen Werte wäre in der Lage, Aufschluß zu geben über die Ausbeutefähigkeit. Diese Kombination ist aber noch nicht in der Praxis erprobt, sodaß keine Ergebnisse mitgeteilt werden können.

Es könnte gesagt werden, daß eine Versuchsmahlung das einfachste wäre, um die Ausbeutefähigkeit festzustellen. Durch Vermahlung mehrerer Weizen unter vollkommen gleichen Bedingun-

gen müßten sich die verschiedenen Ausbeuteziffern ermitteln lassen. Das ist jedoch ein Irrtum. Man darf nicht alle Weizen gleich vermahlen und kann es auch nicht. Harte Weizen müssen vor der Vermahlung einer viel längeren Behandlung mit Wärme, Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt werden als weiche. Weizen, welche viel Grieße hergeben, benötigen eine ganz andere Stellung der Mahlwalzen als mehlige Weizen. Die Mahldiagramme sind so verschieden, daß einheitliche Vorschriften für solche vergleichenden Mahlversuche überhaupt nicht gegeben werden können.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß es eine zuverlässige Methode zur Vorausbestimmung der Ausbeutefähigkeit z. Zt. nicht gibt. Was für den Müller außerordentlich wichtig ist und was er erfassen kann, ist der Feuchtigkeits- und Verunreignigungsgehalt des von ihm eingekauften Getreides. Leider wird von dieser Möglichkeit noch nicht genügend Gebrauch gemacht.

Ein anderer Faktor, der den Müller interessiert, ist die Farbe des Mehles [38]). Der Mehlkern des Weizens enthält in mehr oder weniger großen Mengen den gelben Farbstoff Karotin. Da der Müller ein möglichst weißes Mehl herstellen will, ist er an einem niedrigen Karotingehalt interessiert. Weizen mit sehr geringem Karotingehalt kommen aus Australien und werden in England als Aufhellungsweizen geschätzt. Beispiele für Weizen mit hohem Karotingehalt bilden die Durumweizen des Donaugebietes, die ein fast maisähnliches Mehl ergeben. Das Interesse an karotinarmen Mehlen ist insofern zurückgegangen, als es heute vorzügliche Bleichmethoden gibt, die das gelbe Karotin zu weißem Oxy-Karotin oxydieren [39]). Aber in den Ländern, in denen das Bleichen gesetzlich verboten ist oder wo man die Kosten des Bleichens sparen will, besteht weiterhin ein lebhaftes Interesse.

Die hier beschriebenen Wünsche des Müllers wirken zurück auf den Bauer und veranlassen diesen, dafür zu sorgen, daß er seinen Abnehmern solche Weizen liefert, welche eine gute Ausbeute an hellen Mehlen ergeben.

3. Die Ansprüche der Bäcker.

Wendet man sich nun den Ansprüchen zu, welche die Mehlverbraucher, die Bäcker, an das Mehl stellen, so ist erst recht keine klare Linie zu finden inbezug auf die Beurteilung des Mehles. Der Bäcker verlangt, daß das Mehl „gut backt". Dabei denkt er zuerst an die Größe des Gebäckes, welche das augenfälligste Merkmal ist.

Mit der Beurteilung des Mehles nach der Größe des Gebäckes ist außerordentlich viel Unheil angerichtet worden. Zwar hat man inzwischen gelernt, auf viele andere Erscheinungen während des Teigbereitens und des Backvorganges zu achten, um damit mehr daraus entnehmen zu können als nur aus der Größe der fertigen Gebäcke [40]), aber es wird auch heute noch ein viel zu großer Wert auf den Backversuch gelegt.

Es gibt wissenschaftliche Probebäcker, die sich rühmen, aus jedem Mehl ein gutes Gebäck herstellen zu können, oder aber, wenn es verlangt würde, aus jedem Mehl ein schlechtes. Das ist eine Tatsache, von der man sich leicht überzeugen kann bei Betrachtung des Einflusses, den die wirtschaftliche Entwicklung des Mehl- und Getreidemarktes in Deutschland auf die Gebäckqualität gehabt hat. In den ersten Nachkriegsjahren kamen große Mengen von kanadischem Weizen und Mehl nach Deutschland. Der kanadische Weizen hat, wie bereits erwähnt wurde, den Ruf, der beste der Welt zu sein. Wie sich dieser Ruf rechtfertigt, wird noch an weiterer Stelle zu erklären sein. Außer dem kanadischen Weizen kamen noch große Mengen anderer ausländischer Weizen, welche einen guten Ruf hatten, nach Deutschland. Es stellte sich bald ein Verhältnis von 60% ausländischem zu 40% inländischem Weizen in den Mühlenmischungen ein, wobei der deutsche Weizen den Ruf hatte, sehr schlecht zu sein. Durch das Überwiegen des Anteiles an ausländischem Weizen ergab sich eine als gut bezeichnete Mischung, mit der in Deutschland gebacken wurde. Als im Jahre 1934 Regierungsmaßnahmen die Einfuhr einschränkten, durften nur noch 30% ausländischen Weizens in den Mischungen zur Vermahlung kommen. Es war nun zu erwarten, daß die Gebäcke erheblich schlechter und vor allem kleiner werden müßten. Das war in den ersten Wochen auch der Fall, aber sehr bald lernten die Bäcker, das neue Mehl richtig zu behandeln, und die Gebäcke erreichten genau die gleiche Größe wie vorher. 1935 ging die Beimischung auf 10% zurück und 1936 wurde sie ganz unterbunden. Die Bäcker gewöhnten sich auch hieran, und die Gebäcke waren genau so groß wie früher mit 60% ausländischem Weizen. Auf der Bäckereiausstellung in Düsseldorf im Jahre 1935 wurden Gebäcke aus reinem, inländischen Mehl gezeigt, die mindestens genau so groß waren wie die zum Vergleich ausgestellten Gebäcke aus kanadischem Mehl. Allerdings waren die Gebäcke aus dem inländischen Mehl in ihrer Farbe dunkler als diejenigen aus ausländischem. Das ist darauf

zurückzuführen, daß durch Regierungsmaßnahmen ein höherer Ausmahlungsgrad bei den deutschen Weizen eingehalten wurde, um den Ausfall an ausländischem Weizen zu ersetzen. Je höher die Ausmahlung getrieben wird, umso mehr Schalenteilchen kommen mit in das Mehl hinein, und umso dunkler wird es. 1937 wurde von der Regierung eine Beimischung von 7% Maismehl zum Inlandmehl angeordnet. Da das Maismehl fast restlos aus Stärke besteht und keine Proteine enthält, welche eine Teigbildung ermöglichen, wurden die schlechten Inlandmehle durch dieses Verschneiden künstlich noch schlechter gemacht. Auch hieran haben sich die Bäcker weitgehend gewöhnt, und es gibt heute wieder viele Bäckereien, die ihre Gebäcke auf die gleiche Größe wie vor Jahren gebracht haben. Auf der erwähnten Bäckereiausstellung in Düsseldorf im Jahre 1935 wurde aus den gemachten Erfahrungen die Behauptung aufgestellt, die deutschen Weizen seien in Wirklichkeit genau so gut wie die ausländischen. Diese Behauptung geht nun entschieden zu weit. Man hat eben nur die Größe des Gebäckes berücksichtigt. Es müssen aber noch andere Faktoren berücksichtigt werden, welche später eingehend zu besprechen sind.

Würde man heute den Bäckern, die auf das ihnen zur Verfügung stehende Mehl eingearbeitet sind, plötzlich wieder das alte Mehl mit 60% kanadischer Beimischung liefern, so würden sie das Mehl zunächst als sehr schlecht ablehnen, und erst nachdem sie sich darauf umgestellt haben, wieder damit befriedigend backen können. Man findet in der Literatur und in der Praxis eine Reihe von Methoden, mit denen die „Qualität" des Weizens bestimmt wird, aber die Angaben über die Definition der Qualität, über welche man eigentlich eine Aussage machen will, sind spärlich, d. h. man definiert nicht deutlich, was unter „gut" und „schlecht" verstanden sein soll. Im folgenden soll versucht werden, in dieser Richtung Klarheit zu schaffen.

Brabender weist auf Erfahrungen hin, welche in Kansas mit dem Backversuch gemacht wurden [41]). Zwei Weizensorten, Tenmarq und Turkey, sollten inbezug auf ihre Qualität durch den Backversuch beurteilt werden. Da es sich um die wichtige Frage handelte, die Weizen in großem Maße anzubauen, wollte man absolut sicher gehen und ließ die Mehle der beiden Weizen von 5 Mehlfachleuten verbacken und beurteilen. Die Urteile lauteten folgendermaßen:

„Chemiker A:

Der Tenmarq-Weizen ist nicht so gut wie der Turkey. Der Tenmarq hat jedoch eine größere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung und gegen oxydierende Einflüsse von Kleberverbesserungsmitteln als der Turkey.

Chemiker B:

Keine der beiden Weizensorten liefert ein zufriedenstellendes Brot. Beide Weizensorten ergeben eine sehr schlechte, gebrochene Brotkruste. In Wirklichkeit besteht kein Unterschied zwischen beiden. Die Art der Kruste zeigt einen Mangel an Kleberstärke an. Beide Brote sind gut inbezug auf Farbe und Textur.

Chemiker C:

Beide Weizen ergeben äußerst gute, starke Brotmehle. Beide liefern Laibe von gutem Volumen und guter Textur unter der angewandten Backversuchsmethode, die eigentlich eine starke Beanspruchung der Mehle bedeutet. Beide Mehle zeigen eine gute Gärtoleranz. Ein Vergleich der Textur ergibt, daß der Turkey-Weizen eine größere Kleberstärke besitzt als der Tenmarq. Inbezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen oxydierende Einflüsse von Kleberverbesserungsmitteln ist Turkey vorzuziehen, obwohl beide eine verhältnismäßig gute Widerstandsfähigkeit zeigen.

Chemiker D:

Es scheint ein großer Unterschied in dem durchschnittlichen Brotvolumen der beiden Serien zu bestehen und zwar zugunsten der Turkey-Weizen.

Chemiker E:

Die Gärtoleranz, d. h. die Zeitspanne, während der gutes Brot verbacken werden kann, ist beim Tenmarq-Weizen größer als beim Turkey-Weizen. Das ist unbedingt als Qualitätsmaßstab für Brotmehle anzusehen. Die Porung des Tenmarq-Brotes ist feiner, als die des Turkey, die Textur des Tenmarq--Brotes besser als die des Turkey. Mit Tenmarq wird ein besseres Brotvolumen mit besserer Porung und besserer Textur erreicht als mit Turkey. Es scheint also, als ob Tenmarq und Turkey viel gleiche Eigenschaften haben,

aber die guten Eigenschaften im Turkey sind überwiegend. Tenmarq hat eine um 1,4% kleinere Wasserabsorption als Turkey, aber dieser einzige Nachteil wird bei weitem aufgehoben durch die anderen Punkte. Ich möchte sogar behaupten, daß die Wasserabsorption bei Tenmarq bei nochmaliger Wiederholung des Versuches gleich sein könnte".

Es ist nun ganz unmöglich, aus diesen widersprechenden Urteilen festzustellen, welcher von den beiden Weizen der „bessere" ist. Man sieht, daß die einzelnen Untersuchenden nach verschiedenen Gesichtspunkten urteilen. Zieht man die Gesichtspunkte heraus, nach denen geurteilt wurde, so ergibt sich folgendes Bild:

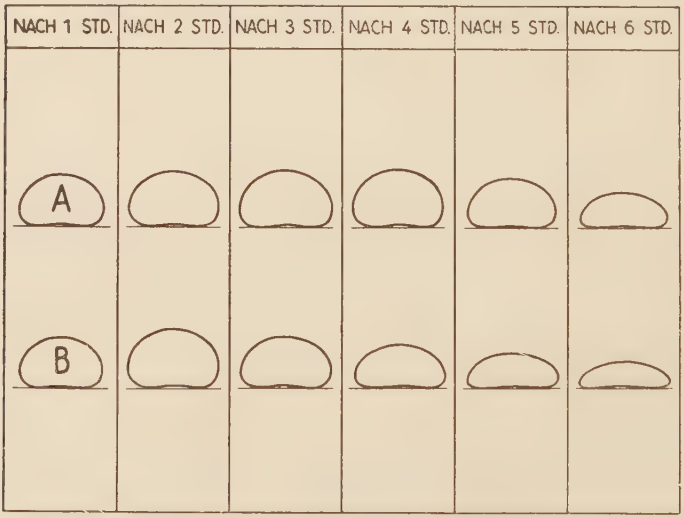


Abb. 4.

Probebäcker A: Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung des Teiges.
Verhalten gegen Kleberverbesserungsmittel.
Probebäcker B: Beschaffenheit der Kruste.
Kleberkraft.
Farbe.
Textur.
Probebäcker C: Mehlkraft.
Volumen.

Textur.
Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung.
Gärtoleranz.
Kleberkraft.
Verhalten gegen Kleberverbesserungsmittel.

Probebäcker D: Volumen.

Probebäcker E: Gärtoleranz.
Textur.
Wasserabsorption.

Man sieht, daß sich die Untersuchenden vorwiegend für das Verhalten des Teiges interessieren. Hierbei nennen sie verschiedene Begriffe, die einander sehr verwandt sind. Es sind dies die Begriffe: Mechanische Widerstandsfähigkeit, Kleberkraft, Mehlkraft und Gärtoleranz. Während der Gärung wird der Teig durch die Bildung, die Ausdehnung und das Platzen der Kohlesäurebläschen mechanisch beansprucht. Je länger der Teig in der Lage ist, diese mechanischen Beanspruchungen, zu denen sich noch die Beanspruchungen während des Knetens addieren, aushalten zu können, umso größer ist die Gärtoleranz[42]). Die Eigenschaft des Teiges, welche die Gärtoleranz bedingt, ist die Kleberkraft oder, besser gesagt, die Mehlkraft.

Es interessiert nun, zu erfahren, wie sich Mehle mit verschiedener Gärtoleranz verhalten. Die Abb. 4 zeigt 2 Gebäckreihen, welche von zwei Mehlen mit verschiedener Gärtoleranz erhalten wurden. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß die Mehle mit ihren Zutaten zu Teigen angerührt und verschieden lang auf Gare gestellt wurden. Das Mehl A gibt selbst nach 4 bis 5 Stunden Gärdauer gute Gebäcke, während das Mehl B nach 2 Stunden ein optimales Gebäck ergibt und bei längerer Gärung schnell nachläßt. Im Falle B ist die Teigstruktur durch die Gärung nach 2 Stunden schon soweit zerstört worden, daß der Teig nicht mehr hochkommt, während im Falle A der Teig die Beanspruchung durch das Gären mehrere Stunden hat aushalten können.

Dieser Begriff der Gärtoleranz ist für den Bäcker sehr wichtig. Ein Mehl mit geringer Gärtoleranz hat folgende Nachteile:

1. Der Augenblick des Ofenschiebens muß genau eingehalten werden, weil sonst der Teig zusammenfällt.
2. Der Teig muß sehr sorgfältig behandelt werden, damit er nicht durch das Kneten schon überanstrengt wird.

3. Der Bäcker darf jeweils nur kleine Mengen Teig fertigstellen, weil er Zeit benötigt, um aus dem Teig Brote zu formen und dabei die Gärtoleranz überschritten wird, wenn die Teigmenge zu groß ist.
4. Der Bäcker kann die Brotform nicht nach Belieben beeinflussen, weil Mehle mit kurzer Gärtoleranz vorwiegend breite und flache Gebäcke ergeben, und diese sind meistens unerwünscht.
5. Der Geschmack von Gebäcken aus Teigen, die nur kurze Zeit auf Gare gestanden haben, ist nicht so gut wie bei langer Gare.
6. Der Bäcker kann die Porung nicht so zur Ausbildung kommen lassen, wie er will, weil er den Teig nicht so lange gären lassen kann, bis die gewünschte Porengröße erreicht ist.
7. Die Handhabung des Teiges bei der Brotformung ist schwierig, weil die Teige feucht werden.

Bei großer Gärtoleranz hat der Bäcker alles in der Hand. Er kann die Teigführung so lange ausdehnen, bis das Gebäck alle die Eigenschaften annimmt, die er wünscht. Er kann durch Beimischen von Mehlen mit geringer Gärtoleranz deren Eigenschaften im Bedarfsfalle auftreten lassen. Er braucht nicht genau auf die Zeit des Ofenschiebens zu achten und kann mit einem Anmachen eine große Teigmenge herstellen, ohne befürchten zu müssen, daß die zuletzt geformten Brotteige zusammenfallen.

In dieser großen Anpassungsfähigkeit und Unempfindlichkeit liegt der große Wert der Mehle mit großer Gärtoleranz. Diese Tatsache an sich kommt dem Bäcker aber nicht klar zum Bewußtsein, und darum fällt es dem Bäcker so schwer, zu definieren, wann ein Mehl „gut" backt und wann „schlecht".

In den Bäckereien wird normalerweise nicht mit der Gärzeit experimentiert. Die Bäcker haben ihre bestimmten Mehllieferanten und sind auf deren Mehl eingearbeitet. Sie haben aus Erfahrung festgestellt, wie und wie lange sie die daraus hergestellten Teige gären lassen dürfen, um ein optimales Gebäck zu bekommen. Sobald das gelieferte Mehl in irgendeinem Punkte, von den für die allgemeine Backfähigkeit oder Behandlungsfähigkeit maßgebenden Eigenschaften abweicht, wird der Bäcker reklamieren und das Mehl für „schlecht" erklären. Er wird auch dann reklamieren, wenn das Mehl eine größere Gärtoleranz bekommen hat, also wertvoller geworden ist. Ein anderer Bäcker, welcher auf das abweichende Mehl eingestellt ist, wird es „gut" nennen. Ein ganz typischer Fall ereignete sich, als 1935 eine rheinische Mühle und eine mitteldeutsche Mühle in einen gemeinsamen Konzern hineingezogen wurden.

Als die beiden Mühlen ihre Mehle, der jeweiligen Nachfrage entsprechend, vom Rhein nach Berlin und umgekehrt schickten, stellte es sich heraus, daß die Berliner Bäcker mit dem rheinischen Mehl nicht backen konnten und umgekehrt die rheinischen Bäcker nicht mit dem Berliner Mehl. Die Schlußfolgerung ist, daß der Maßstab „gut" oder „schlecht" vollkommen individuell ist.

Wenn nun der Bäcker ein Mehl, welches eine größere Gärtoleranz hat als er gewohnt ist, als „schlecht" ablehnt, so steht das zunächst in einem Widerspruch zu dem, was oben gesagt wurde, nämlich daß die große Gärtoleranz das Wertvolle sei. Dieser Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer. Der Bäcker will in erster Linie stets gleiche Mehle von seinem Lieferanten haben. Er will immer nach der gleichen Teigführung, auf die er eingearbeitet ist, weiterhin seine Brote herstellen. Er will nicht mit jeder neuen Mehllieferung erst Experimente machen müssen, um die optimale Teigführung herauszufinden. Kann der Bäcker immer und gleichmäßig Mehle mit großer Gärtoleranz bekommen, so wird er schnell dazu übergehen und ohne weiteres diese Mehle wertvoller nennen.

Hiermit fällt die Frage der Mehlqualität zurück zu dem Müller. Dieser muß dafür sorgen, daß er seinen Abnehmern immer gleichmäßige Mehle liefert. Wie Mueller [43]) ausgeführt hat, kann der Müller durch physikalische und chemische Behandlung der Mehle die Triebfähigkeit, die Dehnbarkeit und den Dehnwiderstand des daraus hergestellten Teiges in weiten Grenzen beeinflussen. Die Gärtoleranz aber ist eine naturgegebenen Eigenschaft des Weizenproteins, die der Müller nicht verändern kann. Da er aber auch in diesem Punkt die Gleichmäßigkeit einhalten muß, bleibt ihm nur der Weg des Mischens mehrerer Weizensorten übrig. Diese Mischungen bestehen also aus Weizen mit geringer und großer Gärtoleranz, die so gemischt werden, daß der gewünschte Wert herauskommt.

Der weitaus größte Teil der europäischen Weizen hat eine geringe Gärtoleranz. Wenn nun der Müller für seine Kunden z. B. in England Mehle liefern muß, deren Gärtoleranz größer ist, als sie der einheimische Weizen aufweist, so ist er genötigt, ausländische Weizen mit großer Gärtoleranz in die Mischung zu geben.

Es ist nun jedem Müller bekannt, daß es sich ganz nach der Weizenqualität richtet, wieviel zugemischt werden muß, um einen gewünschten Wert herzustellen. An kanadischen Weizen braucht man nur einen geringen Prozentsatz, während man von argentinischem Weizen die doppelte oder dreifache Menge braucht [44]). Brabender führte für diese Erscheinung zuerst den Begriff des Mi-

schungswertes oder Mischwertes ein[45]). Ein Weizen mit hohem Mischwert ist in der Lage, mit wenigen Prozenten in einer Mischung von schlechtem Weizen diesen wesentlich zu verbessern. Ein Weizen mit geringem Mischwert dagegen ist nur sehr wenig in der Lage, zu verbessern, oder aber er ist selbst aufbesserungsbedürftig.

Je höher der Mischwert eines Weizens ist, umso wertvoller ist er. Den höchsten bisher bekannten Mischwert weist der kanadische Manitoba-Weizen auf, und diesem hohen Mischwert verdankt er seinen guten Ruf. Dieser Begriff des Mischwertes, als greifbarer Maßstab für die Qualität, wird an weiterer Stelle eingehend erörtert werden.

Argentinische Exporttypen:	Bahia Blanca Duro Nr. 1	Bahia Blanca Semi-duro Nr. 1	Rosafé Duro Nr. 1	Buenos Aires Duro Nr. 1	Buenos Aires Semi-duro Nr. 1	Rosafé Semi-duro Nr. 1	Bahia Blanca Blando Nr. 1	Rosafé Blando Nr. 1	Buenos Aires Blando Nr. 1
Durchschnittl. Hektoliter-gewichte der Ernte 1935/36.	83,4	84,4	82,6	83,6	83,8	82,0	83,6	82,5	82,8

Abb. 5.

II. Teil.

Die Methoden der Qualitätsbestimmung.

In der Sprache der Müller unterscheidet man schwache und starke Weizen. In der wissenschaftlichen Sprache sind die schwachen Weizen diejenigen mit geringer Gärtoleranz und geringem Mischwert, und die starken diejenigen mit großer Gärtoleranz und hohem Mischwert. Man hatte schon früh erkannt, daß die starken Weizen die besseren waren, weil sie es gestatteten, Mehle herzustellen, die leichter zu behandeln waren und deshalb ohne große Mühe optimale Gebäcke lieferten. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, die Weizen durch Untersuchungen zu klassifizieren.

1. Das Hektolitergewicht.

Eine der ältesten Untersuchungsarten ist das schon erwähnte Hektolitergewicht. Aus ganz unerklärlichen Gründen sind auch die Backeigenschaften in Zusammenhang mit dem Hektolitergewicht gebracht worden. Die meisten Mühlen sind wieder ganz davon abgekommen. Da die Methode aber ab und zu wieder auftaucht, ist in der Abb. 5 ein Vergleich aufgestellt worden zwischen argentinischen Weizen und ihren Hektolitergewichten. Die argentinischen Weizen sind in einer Reihenfolge von links nach rechts entsprechend ihrem kommerziellen Wert, welcher auf dem Mischwert basiert, aufgeführt. Ein Vergleich mit den aufgeführten Hektolitergewichten beweist, daß sich diese zwar wenig, aber nicht parallel zur Qualität ändern.

2. Der Backversuch.

Als Methode muß an dieser Stelle noch einmal der Backversuch erwähnt werden, weil er immer noch als Methode zur Bestimmung der Weizenqualität angewandt wird, obwohl er von maßgebenden Fachleuten [46]) [47]) [48]) abgelehnt wird. Außer den bereits erwähnten Angaben von Brabender seien auf die Erfahrungen von Dunlap

verwiesen [49]). — Dieser hatte ein- und dasselbe Mehl von 3 Probebäckern verbacken lassen, welche das Mehl genau gleich anmengten, gären ließen, bearbeiteten und backten. Die Hefe, die Zutaten und die Temperaturen waren genau gleich gehalten worden, und doch fielen die Gebäcke verschieden aus. Der Teig ist ein außerordentlich empfindliches Gebilde welches auf jede Kleinigkeit reagiert [50]). Wenn ein Bäcker den Teig fester drückt als ein anderer, so fällt das Ergebnis anders aus [51]). Aus diesem Grunde allein schon kann der Backversuch niemals ein für die ganze Welt brauchbares Verfahren zur Standardisierung der Weizen werden. In England sowie in den Vereinigten Staaten [52]) wird an einzelnen Stellen eine Verfeinerung des Backversuches angewandt, welche man „carrying power test" nennt und die dazu dient, den Mischwert zu bestimmen [53]). Mit dem zu untersuchenden Mehl wird mit einer standardisierten Teig- und Backführung ein Gebäck hergestellt. Nun werden dem Mehl 10% eines schwachen Mehles beigemischt und die Mischung verbacken. Hat sich das Gebäck nicht verschlechtert, so gibt man 20, 30, 40, 50 und mehr Prozent des schwachen Mehles hinzu. Es wird dann bei einer bestimmten Menge eine Grenze kommen, bei der das Gebäck minderwertig wird. Je nach dem Mischwert des zu prüfenden Mehles kann diese Grenze schon bei 10% liegen oder z. B. erst bei 60%. Je mehr von dem schwachen Mehl hinzugesetzt werden kann, umso besser ist das zu prüfende Mehl. Die Methode ist zwar langwierig, aber sie gibt für den betr. Betrieb einen guten Anhalt.

Es soll unbestritten bleiben, daß der Backversuch im Laboratorium einer Mühle sehr wertvoll sein kann zur Beurteilung der eigenen Mehle, denn ein in einem solchen Betrieb arbeitender Probebäcker kennt die Teigführungen der Kundschaft und wird sich denselben anpassen. Es ist immer derselbe Mann, welcher die Backversuche ausführt und nach persönlichem Empfinden und Gefühl die ihm zur Prüfung übergegebenen Mehle verbackt und beurteilt. Das Urteil, welches ein solcher Probebäcker abgibt, ist relativ und individuell und drückt das aus, was Galter [9]) den individuellen „Alleinbackwert" nennt.

3. Der Klebergehalt.

Die älteste analytische Methode der Qualitätsbestimmung ist das Kleberauswaschen. Bereits im Jahre 1745 beobachtete Beccari [54]), daß beim Auswaschen eines Teiges ein gummiartiges, kleb-

riges Klümpchen zurückbleibt. Diese gummiartige Masse ist der wichtigste Bestandteil des Mehles, welcher die Qualität ausmacht. Es ist das quellfähige Protein, welches durch das Kleberauswaschen in gequollenem Zustande gewichtsmäßig bestimmt werden kann. 10 g Mehl werden mit 5 cm^3 einer 2%igen Kochsalzlösung zu einem Teigballen geformt und unter einem dünnen Strahl von 2%iger Kochsalzlösung mit der Hand oder einem Apparat geknetet. Der Flüssigkeitsstrom wäscht die nicht quellfähigen Bestandteile des Mehles, welche fast restlos Stärke sind, fort, und das gequollene Protein bleibt als gummiartiges Klümpchen — Kleber genannt — zurück. Nach dem Entfernen des anhaftenden Wassers durch Pressen zwischen aufgerauhten Glasplatten wird der Kleber gewogen [55]).

Argentinische Exporttypen:	Bahia Blanca Duro Nr. 1	Bahia Blanca Semi-duro 1	Rosafé Duro Nr. 1	Buenos Aires Duro Nr. 1	Buenos Aires Semi-duro Nr. 1	Rosafé Semi-duro Nr. 1	Bahia Blanca Blando Nr. 1	Rosafé Blando Nr. 1	Buenos Aires Blando Nr. 1
Durchschnittl. Klebergehalte der Ernte 1935/1936	47,4	45,9	37,5	37,1	38,5	38,3	44,8	38,6	38,7

Abb. 6.

Man glaubte nun, in der Klebermenge den Schlüssel zur Weizenqualität gefunden zu haben und zwar sollte der Weizen umso besser sein, je mehr Kleber er enthielt. Das stellte sich aber bald als Irrtum heraus. In der Abb. 6 sind argentinische Weizen aufgeführt mit den dazugehörigen Klebergehalten. Die Weizen sind der Reihe nach von links nach rechts entsprechend ihrem kommerziellen Wert aufgeführt. Es ist keine Parallele dazu in den Klebergehalten zu finden. Abgesehen davon ist es nicht möglich, eine größere Genauigkeit der Bestimmung als ± 1,0% Klebermenge zu garantieren, weil die Art des Knetens beim Auswaschen, die Stärke des Flüssigkeitsstrahles und die unkontrollierbare Menge des nach dem Auspressen noch anhaftenden Wassers das Resultat beeinflussen [56]) [57]).

Wäscht man eine Reihe von Klebern aus verschiedenen Mehlen aus und untersucht sie durch Bearbeiten mit den Fingern, so wird man schon ohne jede Übung feststellen können, daß sie verschiedene plastische Eigenschaften haben. Die Kleberklümpchen können krümelig, hart, weich, dehnbar oder elastisch sein [58]). Diese

Eigenschaften, welche nach dem „Gefühl“ bestimmt werden, sind Begriffe, die heute in jedem Analysenbuch des Mühlenlaboratoriums zu finden sind [59]).

Wir sehen also, daß der Kleber nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ verschieden auftritt.

4. Die Quellprobe.

Eine sehr verbreitete Methode zur Untersuchung der Kleberqualität ist die Berliner Quellprobe [60]). 1 g des Klebers wird in 30 Einzelteile zerpflückt und in einem mit 100 cm³ einer n/50 Milchsäure versehenen Quellkolben 2½ Stunden der Quellung im Thermostaten bei 27°C überlassen. Der Quellkolben gleicht einem 250 cm³ Erlenmeyerkolben mit einem verlängerten und graduierten Hals. Während des Quellvorganges wird der Kolben jede halbe Stunde vorsichtig umgeschwenkt, um ein Anhaften des Klebers am Boden zu verhüten. Nach Ablauf der 2½ stündigen Quellzeit wird der Hals des Kolbens mit einem Gummipfropfen verschlossen und zwar wird der Stopfen bis zu einer Eichmarke eingedrückt. Der Kolben wird nun vorsichtig umgekippt, sodaß die Flüssigkeit mit den Kleberteilchen in den Hals hineinfließt. Der gequollene Kleber setzt sich auf dem Gummistopfen ab, und man kann an der Graduierung des Halses das Quellvolumen ablesen. Die an der Graduierung abgelesene Zahl nennt man die Quellzahl, welche sich von 0 bis 36 bewegen kann. Je höher die Quellzahl ist, umso besser ist die Qualität des Klebers.

Da die zarten Gebilde des gequollenen Klebers äußerst empfindlich sind gegen Erschütterungen und dazu neigen, an dem Boden des Quellkolbens zu kleben, hat man Schwierigkeiten bekommen bei der Duplizierung, wenn die Untersuchungen von verschiedenen Chemikern ausgeführt wurden. Wegen dieser Ungenauigkeiten hat der Erfinder der Methode dieselbe nach folgenden Gedankengängen abgeändert.

Bei der Ausführung der Quellprobe beobachtet man, daß die über dem Kleber stehende Lösung sich mehr oder weniger trübt infolge der Dispergierung von Eiweiß. Je niedriger die Quellzahl ist, umso stärker ist die Trübung. Die neue Methode besteht nun darin, daß man die bei einer Untersuchung entstandene Trübung mit einem photoelektrischen Nephelometer mißt. Je geringer die Trübung ist, umso besser ist der Kleber. Diese Methode ist noch

jungen Datums, sodaß über Ergebnisse in der Praxis keine Mitteilungen gemacht werden können.

5. Schrotgärprobe.

Eine andere Methode, um die Kleberqualität zu messen, ist die Schrotgärmethode von Pelshenke [61] [62] [63]), die darin besteht, daß das Gashaltungsvermögen in gärenden Teigsystemen gemessen wird. Von einem Schrot mittlerer Feinheit nimmt man 10 g, die mit 0,5 g Hefe und 5 bis 6 cm^3 Wasser in einer Schüssel mittels eines Gummispachtels solange bearbeitet werden, bis sich ein zusammenhängender Teig herausnehmen läßt. Auf einer Glasplatte wird der Teig ausgerollt, in zwei gleiche Teile geteilt und zu zwei Kugeln geformt. Je eine Kugel wird in ein Standglas von 7,5 cm Höhe und 6 cm Durchmesser gebracht, in das rund 75 cm^3 Wasser von 32°C eingefüllt sind. Das Glas wird dann in einem Thermostaten bei 32°C erwärmt. Die Teigkugel sinkt erst zu Boden, dann wird sie durch die Entwicklung der Gärungskohlensäure gedehnt und steigt an die Wasseroberfläche. Mit dem steigenden Druck des Gases wird der Kleberkomplex gedehnt und ebenso beansprucht wie bei einem auf Gare stehenden Teig. Halten die Kleberhäutchen dem steigenden Gasdruck nicht mehr stand, so platzt die Kugel, zerfällt, und die Reste sinken zu Boden. Je länger der Kleber den Gasdruck aushält, umso besser ist der Weizen. Die Dauer vom Beginn des Versuchs bis zum Platzen der Kugel wird Testzahl genannt.

Die Schrotgärmethode hat wegen der Notwendigkeit einer nur geringen Menge von Getreide eine große Bedeutung bei den Saatzuchtanstalten gewonnen. Bei den vielen tausenden von Kreuzungen, die jährlich auf einem Versuchsfeld vorgenommen werden, kann man nur wenige Ähren der neuen Kreuzungen ernten und muß an dem geringen Material feststellen können, ob es sich lohnt, die Zucht weiter zu verfolgen oder nicht. Hierbei leistet die Pelshenke-Methode gute Dienste. Sie gestattet zwar nicht eine duplizierbare Klassifizierung in mehrere Stufen, sondern erlaubt nur eine für Züchtungszwecke ausreichende Trennung in solche Weizen, die nicht wert sind, weiter verfolgt zu werden, und solche, die zu den besseren Qualitäten gehören, indem man z. B. alle Weizen, deren Testzahl niedriger als 20 Min. ist, von der Weiterentwicklung ausschaltet.

Über die Ungenauigkeiten, welche den Methoden des Kleberauswaschens, der Quellzahl und der Testzahl anhaften, sind sich die Fachleute im klaren. Deshalb ist in Deutschland eine Kombination der Methoden zur Anwendung gekommen mit der Absicht einer gegenseitigen Kompensation der Fehler. Die Anordnung 19 der Hauptvereinigung der Deutschen Getreidewirtschaft vom 11. September 1935 [65]) hat unter Zuhilfenahme einer solchen Kombination eine Aufteilung der deutschen Weizenvorkommen in 2 Gruppen vorgenommen, nämlich in Kleberweizen und Nichtkleberweizen. Um als der bessere Kleberweizen zu gelten, mußte der Feuchtklebergehalt mindestens 20%, die Quellzahl mindestens 15 und die Testzahl mindestens 25 aufweisen. Die Klebermenge wurde mit 25 multipliziert, die Quellzahl mit 100 und die Testzahl mit 50.

Die Summe dieser Produkte mußte die Zahl 3250 übersteigen. Gemäß der Getreidemarktordnung vom 1. Juli 1937 [23]) sind die Mindestzahlen für Quellzahl und Testzahl auf 18 und 35 erhöht worden, sodaß eine Produktensumme von mindestens 4050 erreicht werden muß. Um den Bauern einen Anreiz zum Anbau von Kleberweizen zu bieten, sind die Müller verpflichtet, ein Aufgeld von RM 20.— pro Tonne zu zahlen für einen anerkannten Kleberweizen.

6. Die Proteinbestimmung.

Eine rein chemische Methode zur Ermittlung der Weizenqualität liegt in der Proteinbestimmung durch Feststellung des Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl [66]). Durch Multiplikation des Stickstoffgehaltes mit 5,7 erhält man die Proteinzahl. (Der Faktor 5,7 ist eine konventionelle Zahl, die etwas niedriger ist, als die üblichen Zahlen, die zur Berechnung von Eiweiß aus dem N-Gehalt benutzt werden). Diese Methode ist viel genauer als die Naßkleberbestimmung durch Auswaschen. Je höher die Proteinzahl ist, umso besser soll der Weizen sein. Diese Methode bewährt sich durchaus befriedigend, solange man es mit wenigen Sorten zu tun hat, welche unter einem einigermaßen einheitlichen Klima gewachsen sind. Das ist der Fall in Kanada, und dort ist die Proteinbestimmung in hohem Ansehen. In der Tabelle Abb. 7 sind die kanadischen Handelstypen mit den dazugehörigen Proteinzahlen der Reihe nach von oben nach unten ihrem Handelswert entsprechend aufgeführt. Es zeigt sich eine fast vollkommene Parallelität.

Kanadische Exporttypen:	Manitoba Nr. 1 Hard	Manitoba Nr. 1 Northern	Manitoba Nr. 2 Northern	Manitoba Nr. 3 Northern	Manitoba Nr. 4 Northern	Manitoba Nr. 5	Manitoba Nr. 6
% Protein N x 5,7 Durchschnitte der Ernte 1936	14,7	14,5	14,5	13,6	13,3	12,8	13,3

Abb. 7.

Wendet man aber die Proteinbestimmung auf andere Länder an, bei denen viele Weizensorten angebaut und in den verschiedensten Mischungen zu Standardtypen vereinigt werden und außerdem noch unter stark verschiedenen klimatischen Verhältnissen gewachsen sind, wie z. B. in Argentinien, so ergibt sich das Resultat in der Tabelle Abb. 8. Es ist keine Parallelität mehr zu finden.

Argentinische Exporttypen:	Bahia Blanca Duro Nr. 1	Bahia Blanca Semi-duro Nr. 1	Rosafé Duro Nr. 1	Buenos Aires Duro Nr. 1	Buenos Aires Semi-duro Nr. 1	Rosafé Semi-dura Nr. 1	Bahia Blanca Blando Nr. 1	Rosafé Blando Nr. 1	Buenos Aires Blando Nr. 1
% Protein N x 5,7 Durchschnitte der Ernte 1936/37	14,0	14,6	12,1	12,3	12,7	12,7	16,0	13,1	12,9

Abb. 8.

7. Das Extensimeter.

Die mechanische Methode von Chopin [67]), welche in Frankreich verbreitet ist, beschreibt Mueller [68]) wie folgt:

„Zwischen zwei Platten, die miteinander scharnierartig verbunden sind, wird eine bestimmte Menge Teig gelegt. Darauf wird die obere Platte heruntergedrückt und mit einer Schraube fest gegen die untere gepreßt. An den Platten sind Aussparungen vorhanden, in die sich der Teig hineinpreßt und dadurch eine Membrane von genau vorgeschriebener Dicke und Größe erzeugt. Nunmehr wird ein Teller, der sich in der oberen Platte eingesetzt befand, entfernt, sodaß dadurch in der oberen Platte eine runde Öffnung entsteht. Unterhalb dieser Öffnung, die nunmehr von der Teigmembrane ausgefüllt ist, befindet sich in der unteren Platte ein Luftventil, nach dessen Öffnen Luft unter die Teigscheibe ge-

blasen werden kann. Der nötige Luftdruck wird durch Verdrängen der Luft in einer graduierten, senkrecht stehenden Maßflasche erzeugt. Zur Luftverdrängung benutzt Chopin Wasser, das aus einem hoch stehenden Behälter nach Öffnen eines Hahnes in die Meßflasche eintreten kann. Durch eine Rohrleitung ist das Ventil in der unteren Platte mit einem schreibenden Manometer verbunden, sodaß der zum Aufblasen der Teigscheibe erforderliche Luftdruck auf einem Diagrammblatt registriert wird. Dieses Blatt wird auf einen Zylinder aufgespannt, der durch ein Uhrwerk gedreht wird. Das Manometer schreibt also den Druckverlauf in Abhängigkeit von der Zeit auf".

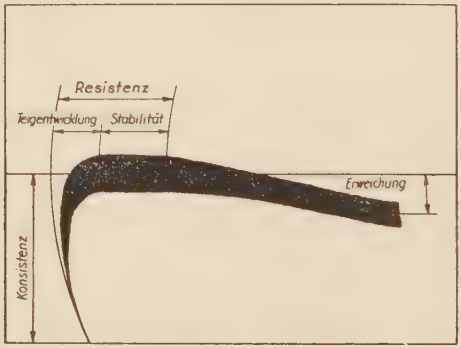


Abb. 9.

Die planimetrierte Oberfläche dieses Diagramms ist ein Wertmaß für den Weizen und zwar ist der Weizen umso besser, je größer die Fläche ist. Über die mit dem Apparat und dem Verfahren von Chopin gemachten Erfahrungen sagt Mueller, daß der Apparat schwierig zu bedienen ist, weil viele Manipulationen gleichzeitig vorzunehmen sind. Ferner besteht keine unbedingte Abhängigkeit zwischen der Länge des aufgezeichneten Diagramms und dem Volumen der aufgeblasenen Teigscheibe, weil kleine Poren, die sich während des Ausdehnens in dem Teig gebildet haben, einen gewissen Verlust an Luft herbeiführen können.

Der Erfinder des Apparates ist z. Zt. mit einer Verbesserung beschäftigt, die vor allem die Handhabung vereinfachen soll und eine Knetervorrichtung vorsieht, die es gestatten soll, die Teige stets gleichmäßig und porenfrei herzustellen. Mit dieser verbesser-

ten Chopinschen Apparatur liegen z. Zt. noch keine Erfahrungen vor.

8. Der Farinograph.

Eine andere Möglichkeit der mechanischen Qualitätsbestimmung bietet der Hankoczy-Brabender Farinograph. Dieser Apparat ist in der Literatur mehrmals eingehend beschrieben worden [69]) [70]) [71]) [72]) [73]) [74]) [75]) [76]). Es sei daher an dieser Stelle die Wirkungsweise nur soweit wie nötig dargestellt. Das zu untersuchende Mehl wird mit Wasser in einem kleinen auf 30° temperierten Kneter angeknetet. Die beiden gegeneinander drehenden Knetschaufeln benötigen eine bestimmte Kraft, um sich durch den Teig hindurchzuarbeiten. Diese Kraft wird mittels eines Dynamometers gemessen und in Abhängigkeit von der Zeit registriert. Je fester die Konsistenz des Teiges ist, umso größer ist der angezeigte Wert des Dynamometers. Die Skala des Dynamometers überstreicht 1000 Konsistenzeinheiten, welche einem Kraftaufwand von je 1/1000 mkg entsprechen [37]) [77]). Für das normale Arbeiten wird dem Mehl soviel Wasser zugegeben, daß der Farinograph eine Konsistenz von 500 anzeigt. Es ist dies die durchschnittliche Konsistenz der Bäckereiteige. Die Wassermenge, welche ein Mehl aufnimmt, um die Konsistenz 500 zu erreichen, ist recht verschieden und schwankt von 40 bis 80% der Mehlmenge. Durch Titrieren des Wassers in die Mehlmenge hinein und gleichzeitige Beobachtung der auf dem Farinograph angezeigten Konsistenz läßt sich die Wasserabsorption des Teiges genau feststellen. Die Wasserabsorption ist einer der Qualitätsfaktoren, die der Farinograph anzeigt [78]). Hat man die Wasseraufnahme ermittelt, so wird ein zweiter Versuch angesetzt, wobei man dem Mehl die richtige Wassermenge auf einmal zugibt. Der Farinograph registriert ein Kurvenband, welches die Veränderungen des Teiges vom Beginn der Teigbildung an bis zu seiner Zerstörung infolge der mechanischen Beanspruchung durch den Knetvorgang erkennen läßt. Eine solche Kurve ist in der Abb. 9 wiedergegeben.

Es fällt zunächst auf, daß die Kurve keinen Strich, sondern ein Band darstellt. Dieses Band entsteht dadurch, daß die Umdrehungszahlen der gegeneinanderdrehenden Knetschaufeln sich wie 55:82,5 U/min. verhalten und je nach ihrer Stellung zueinander in einem bestimmten Zyklus verschiedene Widerstände in dem Teig finden,

wodurch wechselnde Kraftimpulse auf die Knetschaufeln einwirken, und diese werden momentan registriert [79]). In der Bandbreite hat man lange Zeit einen Wertfaktor zu sehen geglaubt, weil die Vermutung nahe lag, daß die Bandbreite die Elastizität ausdrücke [75]). Neue Untersuchungen unter Zuhilfenahme des Extensographen [43]) [80]) zeigen jedoch, daß die Bandbreite einen ganzen Komplex von plastischen Eigenschaften aus Elastizität, Dehnbarkeit, Dehnwiderstand und Klebrigkeit zum Ausdruck bringt, aus dem die einzelnen Komponenten nicht getrennt abgelesen werden können. Seitdem ist die Bedeutung, welche man der Bandbreite beigemessen hat, zurückgegangen. Wenn aber die Bandbreite extrem schmal ist, so kann mit Sicherheit gesagt werden, daß Elastizität und Dehnbarkeit und damit das Klebergefüge des Teiges infolge von krankhafter Enzymtätigkeit zerstört und das betr. Mehl minderwertig ist.

Der erste Abschnitt der Kurve in Abb. 9 wird Teigenwicklungszeit genannt und kann Dimensionen annehmen von wenigen Sekunden bis zu 30 Min. Sie gibt einen Anhalt für die Knetzeit, die in der Bäckerei aufgewandt werden muß, um den gewünschten elastischen Quellungszustand zu bringen, in welchem der Teig sich von den Gärgasen am besten ausdehnen läßt. Da die Knetvorrichtung des Farinographen viel schneller arbeitet als irgendeine Knetmaschine in der Bäckerei, entspricht die Teigentwicklungszeit des Farinographen nicht ohne weiteres der erforderlichen Knetzeit in der Bäckerei, sondern muß den Verhältnissen entsprechend mit einem bestimmten Faktor multipliziert werden. Für normale deutsche Knetmaschinen gilt die Regel, daß 1 Minute auf dem Farinograph 12 Min. auf der Knetmaschine entspricht. Bei den in Amerika üblichen „high speed mixers“ [81]) ist das Verhältnis etwa 1 : 6. Würde das Mehl eines Weizens mit 30 Min. Teigentwicklungszeit wie ein normales Handelsmehl, welches z. B. 4 Min. Teigentwicklungszeit aufweist, verbacken, so wäre das Ergebnis kläglich. Das Gebäck bleibt klein, gedrungen, hart und wird selbst unter Zugabe noch so ungewöhnlich großer Mengen an Triebmitteln nicht hochkommen. Ein solcher Weizen müßte daher nach dem Backversuch verurteilt werden, während er in Wirklichkeit sehr wervoll ist. Man kann nämlich einen solchen Weizen durch Behandlung mit Feuchtigkeit und Wärme, sog. Konditionieren, in seiner Charakteristik derart ändern, daß die Teigentwicklungszeit auf wenige Minuten zurückgedrängt wird, und sich die ihm innewohnende große Gärtoleranz äußert.

Der zweite Teil der Kurve wird Stabilität genannt und drückt aus, wie lange der Teig bei voller Entwicklung die mechanische Beanspruchung des Knetens aushält. Wie wir gesehen haben, unterliegt der Teig in der Praxis einer mechanischen Beanspruchung durch das Ankneten, Bearbeiten und Aufmachen zu kleinen Teigstücken und vor allem durch das Arbeiten der Gärgase im Teige. Die Stabilität ist also ein Maß für die Gärtoleranz.

Der letzte Teil der Kurve wird Teigerweichungsgrad genannt und ist das Gegenstück zu der Stabilität. Je größer der Erweichungsgrad ist, umso stärker macht sich eine Überschreitung der Gärtoleranz bemerkbar durch schnelles Erweichen des Teiges.

Durch ein etwas geändertes Arbeiten am Farinographen gelangt man zu der sog. Abstehkurve, wie sie in Abb. 10 gezeigt ist. Eine solche Kurve wird erhalten, indem man zunächst bis zum Beginn der Stabilität anknetet und die Maschine dann abstellt. Der Teig bleibt, ohne geknetet zu werden, 1 Std. ruhig im Kneter. Nach dieser Pause von einer Stunde wird die Maschine wieder eingeschaltet und der Teig weiter geknetet. Es zeigt sich nun, daß sich die Kurve an einer tieferen Stelle fortsetzt, als sie aufgehört hatte. Der Teig ist also weicher geworden. Dieses Weicherwerden ist auf die Tätigkeit der im Mehl enthaltenen Enzyme zurückzuführen [82]). Je größer die Enzymtätigkeit gewesen ist umso größer ist der Abfall.

Abb. 10.

Die Gärkurve, Abb. 11, ist für die Weizenbewertung ohne Interesse; sie gibt aber Aufschluß über den Einfluß einiger Teigzutaten wie Hefe oder Malz, welche zusätzliche Enzyme in den Teig hineinbringen. Die Kurve wird so erhalten, daß im Gegensatz zu den bisher besprochenen Mehl-Wasserteigen ein gärfähiger Teig mit Hefe und seinen sonstigen Zutaten im Farinographen herge-

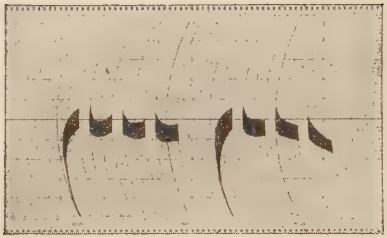


Abb. 11.

stellt wird. Der Teig wird wieder bis zum Optimum angeknetet, dann läßt man ihn 1 Std. ruhen. Nach dieser Stunde läßt man den Kneter wieder 2 Minuten lang arbeiten und schaltet wieder aus. So fährt man fort, bis die Kurve endgültig zusammenbricht. Aus dem Maße, in dem die Kurvenhöhe abfällt, lassen sich weitgehende Aufschlüsse über die Art der Enzymtätigkeit im Teige erhalten [82]) [43]).

Der Farinograph gibt also über den Weizen bzw. das Mehl eine ganze Reihe von Auskünften inbezug auf Qualität [83]). Eine Verwendung des Farinographen zur Qualifizierung des Weizens ist bisher daran gescheitert, daß es nicht möglich war, alle Einzelheiten, welche die Farinographkurven enthalten, so zueinander in Beziehung zu bringen, daß ein einheitlicher Maßstab für die Qualität gebildet werden konnte.

9. Methoden von theoretischem Interesse.

Die bisher beschriebenen Methoden haben alle eine beachtliche Verbreitung gefunden und sind über den Laboratoriumsversuch hinaus in die Praxis eingedrungen. Ergänzend sollen noch einige Methoden erwähnt werden, welche zwar zum Teil schon sehr alt sind, aber bis heute noch keine praktische Bedeutung erlangt haben. Girard [84]) und Fleurent [85]/[86]) untersuchten die Zusammensetzung des Klebers und fanden, daß die Hauptbestandteile des Klebers, Gliadin und Glutenin, in verschiedenen Mengenverhältnissen an der Kleberbildung teilnehmen. Nach der Ansicht von Girard sollen gute Kleberqualitäten vorhanden sein, wenn Gliadin zu Glutenin in Verhältnissen von 75 : 25 oder 80 : 20 oder 65 : 35 anwesend sind. Bungenberg-de Jong [87]) [88]) hat das Verhältnis von Glia-

din zu Glutenin in eine Beziehung zu den elektrischen Ladungen gebracht als Kennzeichen für die Klebereigenschaften. Jessen und Hansen [89]) untersuchten die Wasserstoffionenkonzentration von Mehlsuspensionen und fanden optimale Eigenschafen bei PH-5. Die Viskosimetrie ist von verschiedenen Forschern zur Lösung des Problems herangezogen worden. Sharp und Gortner [90/91]), ebenso Kühn und Richter [92]) untersuchten die Zähigkeit von Mehlsuspensionen bei verschiedenen PH-Werten. Sie fanden eine optimale Viskosität bei PH-3. Die bei diesem PH-Wert gefundenen Viskositäten sollten ein Maß für die Qualität sein. Alle Methoden, die auf der Viskositätsbestimmung beruhen, sind sehr stark den irreführenden Einflüssen der Enzymtätigkeit, des Quellungszustandes, der Temperatur und anderer Faktoren unterworfen, wie sie Johnson [93]) zu klären versucht hat. Ruemele [94/95]) bestimmte die Viskosität von Klebern in n/50 Milchsäure und zwar legte er je 2,5 g Kleber in 75 cm^3 und in 150 cm^3 Lösung, welche er 5 Std. darauf einwirken ließ. Von beiden Lösungen bestimmte er dann die Zähigkeit, wobei die Kleberlösung in 75 cm^3 Milchsäure stets den höheren Wert ergab, und die 150 cm^3 Lösung den niedrigeren. Je mehr der zweite Wert von dem ersten abwich, umso schlechter sollte die Kleberqualität sein.

In jüngster Zeit hat die registrierende Messung der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur eine große Bedeutung für die Qualitätsbestimmung von Roggen erlangt [117]).

Als Zusammenfassung des in diesem Teil über die Methoden zur Qualitätsbestimmung zum Ausdruck gebrachten ist festzustellen, daß keine der behandelten Methoden soweit durchgebildet ist, daß sie als ein für die ganze Welt gültiger Maßstab zur Bestimmung der Weizenqualität der Allgemeinheit übergeben werden könnte.

Für den weiteren Teil dieser Arbeit wird aus den genannten Methoden eine ausgewählt, und es wird dann versucht, diese Methode soweit zu entwickeln, daß sich unter Berücksichtigung aller Erkenntnisse, die bis heute über die Weizenqualität gültig sind, eine Richtlinie ergibt, die als allgemein gültiger Maßstab für die Weizenqualität gelten kann.

Der Verfasser wählt zu diesem Zweck die Farinograph-Methode.

III. Teil.

Die Anwendung des Farinographen zur Weizenbewertung.

1. Die Genauigkeit der Apparatur.

Die erste Aufgabe ist es, den Apparat und die Handhabung auf Reproduzierbarkeit der sich ergebenden Kurven zu untersuchen. Der Farinograph, welcher ein Waagensystem enthält, muß genau in der Horinzontalen liegen, wozu eine Wasserlibelle vorgesehen ist. Bei Leerlauf der Maschine muß der Zeiger auf null stehen. Durch einmalige Justierung eines Gegengewichtes am Waagebalken ist das leicht zu erreichen. Die Drehgeschwindigkeit der Knetschaufeln muß konstant bleiben, und es ist zu diesem Zweck als Antrieb ein Synchronmotor vorgesehen, welcher unabhängig von evtl. Schwankungen der Netzspannung ist. Die Temperierung der Kneter geschieht durch einen Umlaufthermostaten, welcher mit Gummischläuchen an die doppelwandigen Kneter angeschlossen ist. Um den Temperaturabfall durch den Gummischlauch genau berücksichtigen zu können, ist ein Thermometer in die Doppelwand des Kneters eingebaut. Der Thermoregler des Thermostaten wird so einreguliert, daß die Temperatur im Kneter 30° beträgt. Die Bandbreite der Kurven wird durch einen Öldämpfer reguliert. Im übrigen müssen die Längen und Gewichte der Hebelarme so ausgeglichen sein, daß ein auf die Motorachse ausgeübtes Drehmoment von 1 mkg einen vollen Skalenausschlag, entsprechend 1000 Konsistenzeinheiten bewirkt[37]) [77]). Zur leichten Kontrolle eines jeden Apparates bei der Fabrikation wird ein Verfahren gemäß der Abb. 12 benutzt. Anstelle des Kneters wird eine Wirbelstrombremse angeschlossen, deren Stromaufnahmen für die Dreh-

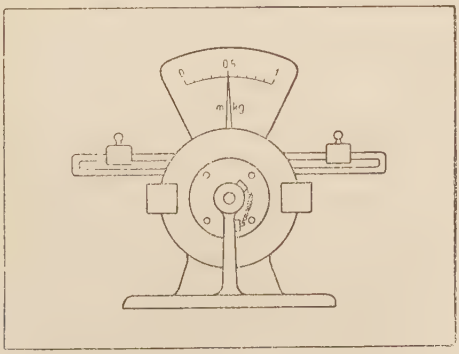


Abb. 12.

momente 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 und 1 mkg bekannt sind und immer wieder genau eingestellt werden können.

Schaltet man den Farinographen ein, so schlägt das Dynamometer entsprechend den durch die Wirbelstrombremse ausgeübten Drehmomenten aus, und diese müssen jeweils mit der Skaleneinteilung des Farinographen übereinstimmen. Tun sie das nicht, so müssen die Hebelarme entsprechend geändert werden. Auf der Achse der Wirbelstrombremse sind weiterhin Stromunterbrecher vorgesehen, die den Bremsstrom kurzzeitig für eine genau definierte Zeit unterbrechen. Diese während der Drehung der Scheibe regelmäßig auftretenden Stromunterbrechungen übertragen sich als Pendelungen auf die Anzeigevorrichtung des Farinographen und werden als Band registriert. Da die Pendelungen von dem Dämpfer auf eine bestimmte Größe gehalten werden sollen, ist hiermit eine bequeme Möglichkeit geschaffen, den Dämpfer einzustellen.

Auf die beschriebene Weise lassen sich alle Farinographen, soweit es das Meßorgan ohne Kneter angeht, reproduzieren und aufeinander abstimmen.

Die Handhabung des Apparates verlangt das Abwiegen von 300 g Mehl mit einer Genauigkeit von ± 1 g. Das Mehl wird in den Kneter gegeben und die Maschine eingeschaltet. Durch die Reibung, welche die Knetschaufeln in dem trockenen Mehl finden, schlägt der Zeiger einige Teilstriche aus. Aus einer Bürette läßt man zunächst etwa 120 ccm Wasser, welches auf 30° C gebracht wurde, hinzulaufen. Es bildet sich ein Teig, der Zeiger schlägt aus und wird normalerweise über 500 gehen. Sofort wird wieder Wasser zugegeben, wodurch der Zeiger zunächst zurückgeht und langsam wieder steigt. Geht er wieder über 500, so wird abermals Wasser zugegeben. Es wird solange titriert, bis die Mitte des Bandes nicht mehr über 500 steigt. Eine solche sog. Titrierkurve ist in Abb. 13 A wiedergegeben. Durch dieses Titrieren hat man die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehles festgestellt. Der Kneter wird vom Teig befreit und eine neue Mehlmenge von 300 g hineingebracht, die Maschine eingeschaltet und nun die bei der Titrier-

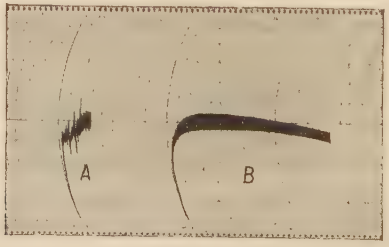


Abb. 13.

kurve ermittelte Wassermenge aus der Bürette zugegeben. Man erhält dann eine in Abb. 13 B dargestellte Kurve, welche als Normalkurve bezeichnet wird. Die Mitte der Bandbreite an der höchsten Stelle liegt auf 500, und im übrigen richtet sich die Form der Kurve ganz nach den Eigenarten des Mehles.

Der einzige Fehler, welcher durch den persönlichen Einfluß der ausführenden Person gemacht werden kann, ist eine falsche Bestimmung der Wasseraufnahme. Nach einiger Übung gelingt es, die Wasseraufnahme innerhalb von ± 0,2 ccm genau zu bestimmen. Die ganze weitere Registrierung der Kurve geht vollautomatisch vor sich, ohne daß irgendwelche persönlichen Momente des Bedienenden das Resultat beeinflussen könnten. Wenn der Bedienende durch irgendeinen Umstand das einzige falsch gemacht hat, was er falsch machen kann, nämlich die Bestimmung der Wasseraufnahme bei der Titrierkurve, so wird sich das bei der Normalkurve sofort äußern, weil die Kurve über oder unter 500 geht und den Bedienenden sofort veranlassen wird, die Untersuchung zu wiederholen.

Versuche an ein- und demselben Mehl, gut durchgemischt, in demselben Kneter von verschiedenen Personen an verschiedenen Maschinen ausgeführt, ergaben genau übereinstimmende Kurven, bei denen die Wasseraufnahmen nicht mehr als ± 0,2 ccm streuten.

Wenn die Reproduzierbarkeit der bisher beschriebenen Momente restlos befriedigend war, so ergaben sich doch Schwierigkeiten, wenn mit verschiedenen Knetern gearbeitet wurde. Obwohl alle Kneter von einer nach Schablone automatisch fräsenden Maschine hergestellt wurden, fielen die Kurven, die auf verschiedenen Knetern an der gleichen Maschine hergestellt waren, verschieden aus. Diese unangenhme Erscheinung konnte nach langen Versuchen erst im Jahre 1936 beseitigt werden, als festgestellt wurde, daß durch kleine Veränderungen der Entfernung zwischen Knetenwandlung und Knetschaufeln die Kurvenform sich beeinflussen ließ. In der Abb. 14 ist ein Kneter in seiner heutigen Ausführung dargestellt, bei dem die genannten Änderungen vorgenommen werden können. Die Bolzen A, auf die das Knetergehäuse B im betriebsfertigen Zustand aufgeschoben ist, können nach dem Lösen der an der Rückseite befindlichen Muttern C in senkrechter Richtung verstellt werden durch Drehen der Schrauben E, von denen die rechte in der Abbildung sichtbar ist. Die Lage der Bolzen ist durch die Stellung des Zeigers F an der Stellschraube eindeutig festgelegt. Die festgedrehte Mutter C verhindert ungewollte Verstellungen.

Soll nun ein Kneter geeicht werden, so wird in einem Standardkneter die Kurve eines Mehles aufgenommen und dann das Mehl auch in dem zu eichenden Kneter untersucht. Die Bolzen werden solange verstellt, bis die erhaltene Kurve mit der Standartkurve übereinstimmt. Um ganz sicher zu gehen, wird die Eichung an zwei

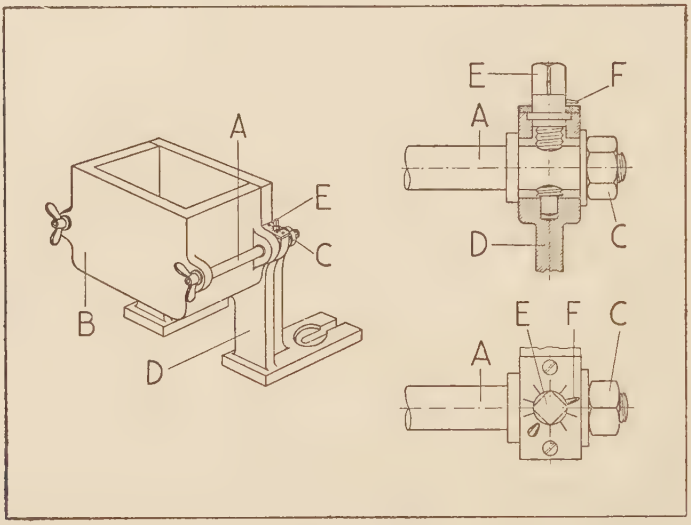


Abb. 14.

ganz verschieden gearteten Mehlen vorgenommen. Die Übereinstimmung läßt sich soweit bringen, daß die Mittellinie, welche durch das Kurvenband gezogen wird, an keiner Stelle mehr als 1 mm von der Mittellinie der Standardkurve entfernt ist. Bei der Wasseraufnahme ergibt sich jedoch eine größere Streung als bei Duplizierungen in demselben Kneter. Die Wasseraufnahme des gleichen Mehles in verschiedenen Knetern streut ± 0,5 cm³.

Um Weizen nach der farinographischen Methode zu bewerten, muß zunächst Mehl daraus hergestellt werden. Hierfür eignen sich Versuchsmühlen, die von verschiedenen Firmen hergestellt werden. Dem Verfasser stand der Brabender Versuchsmahlautomat zur Verfügung. Dieser Apparat, der schematisch in Abb. 15 dargestellt ist, besteht aus einem Einfülltrichter 1, einer regulierbaren Speisevorrichtung 2, einem Paar regulierbarer oberer Mahlsteine 3, einem oberen Satz Siebe 4, einem Paar regulierbarer unterer Mahlsteine,

einem unteren Satz Siebe und den Auffangefäßen für die Mahlprodukte 8. Die Mahlsteine, Siebe und die Speisevorrichtung werden von einem Motor über eine senkrechte Welle angetrieben. Das Getreide läuft von dem Einfülltrichter über die Speisevorrichtung auf die oberen Mahlsteine. Hier wird es zu grober Kleie, groben Grießen und Mehl vermahlen. Auf dem obersten Sieb wird die Kleie

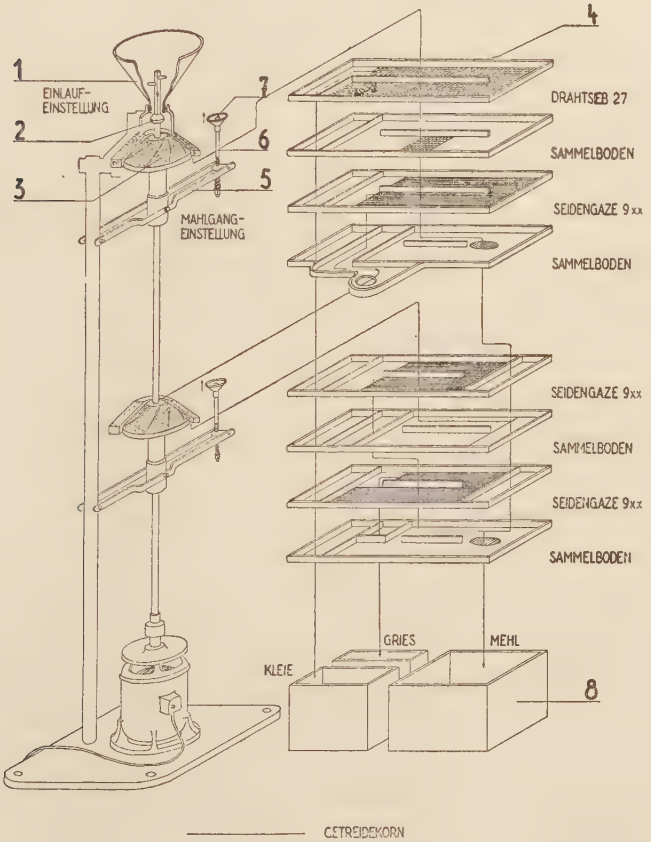


Abb. 15.

abgesiebt und wandert in den Kleiebehälter. Das Mehl, das durch das nächste Sieb fällt, wandert in den Mehlbehälter. Die übrigbleibenden groben Grieße gehen auf die unteren Mahlsteine und werden in Mehl und feine Grieße aufgeteilt. Das Mehl geht durch das

Sieb und wandert auch in den Mehlbehälter. Die feinen Grieße sammeln sich in dem Grießbehälter. Die regulierbaren Organe, Speisung, oberer und unterer Mahlgang, sind mit Skalen versehen, sodaß man die Einstellungen festhalten kann. Mit Hilfe dieser regulierbaren Organe läßt sich Menge und Qualität des anfallenden Mehles beeinflussen. Öffnet man die Speisung weit und stellt die Mahlsteine weit auseinander, so ist der Mehlanfall gering. Wird der obere Mahlgang eng und der untere weit gestellt, so steigt der Mehlanfall, aber das Mehl wird dunkel infolge eines hohen Gehaltes an zerpulverter Schale. Wird die Speisung und der untere Mahlgang eng gestellt, während der obere Mahlgang weit bleibt, so ist der Mehlanfall auch groß, und das Mehl ist hell. Mehl, welches unter diesen verschiedenen Bedingungen vom gleichen Weizen ermahlen worden ist., ergibt im Farinographen verschiedene Kurven. Es muß daher zunächst eine günstigste und reproduzierbare Einstellung des Mahlautomaten gesucht werden.

Die Speisung darf nicht zu schnell erfolgen, weil sonst die Siebe nicht schnell genug absichten können und der Apparat sich verstopft. Eine für das normale Arbeiten des Apparates günstigste Menge ist 100 ccm je Min. Die Menge wird in ccm angegeben, weil die Sichtwirkung der Siebe sich nach dem darüberliegenden Volumen und nicht nach dem Gewicht richtet. Die Einstellung der Speisung kann nicht ein-für-allemal festgestellt werden, weil die Getreidekörner von Sorte zu Sorte verschieden groß sind und daher in verschieden großen Mengen durch die Speisung fallen. Um die Speisegeschwindigkeit kontrollieren zu können, ist auf dem Wege zwischen der Speiseregulierung und dem oberen Mahlgang eine Klappe vorgesehen, die bei entspr. Stellung die Körner anstatt auf den Mahlgang nach außen befördert. Vor den nach außen führenden Kanal wird ein Gefäß mit 100 ccm Fassungsvermögen gestellt. Dieses Gefäß muß in 1 Min. gefüllt sein. Hat man die Regulierung so eingestellt, daß das der Fall ist, so wird die Klappe umgelegt, und das Getreide läuft auf den Mahlgang.

Das Mehl soll möglichst frei von Schaleteilchen sein, weil das bei der Vermahlung in der industriellen Mühle der Fall ist und wir mit den Mehlen der Versuchsmühle eine Parallele zu diesen Mehlen ziehen wollen. Nicht nur wegen der Farbe ist eine möglichst große Schalenfreiheit erwünscht, sondern auch weil mit dem Zerpulvern der Schale der Keimling zerpulvert wird und Enzyme mit ins Mehl kommen, die dasselbe verschlechtern. Zu diesem Zweck muß zunächst einmal die Schale zäh gemacht werden. Das geschieht in

einfachster Weise dadurch, das das Getreide vor der Vermahlung mit 2% Wasser angefeuchtet und 1 Std. lang stehen gelassen wird. In dieser Stunde kann das Wasser nicht das ganze Korn durchdringen, sondern gelangt nur durch die äußeren Schalenteile bis zu der schwer wasserdurchlässigen Aleuronschicht. Die Anreicherung des Wassers in der Schale macht diese in gewünschter Weise zäh gegenüber dem trockneren Mehlkern.

Bei dem Mahlautomaten muß dafür gesorgt werden, daß das Korn im obersten Mahlgang möglichst schwach angegriffen wird; die oberen Mahlsteine werden daher zunächst weit auseinander gelassen und die Hauptarbeit des Ausmahlens auf die unteren Mahlsteine gelegt, indem diese sehr eng gestellt werden. Das anfallende Mehl ist gut hell, aber es macht nur 40% des aufgegebenen Getreides aus, und das ist zu wenig. Die durchschnittliche Mehlausbeute in der großen Mühle wird auf 72% einreguliert (in Deutschland z. Zt. wegen der Getreideknappheit ausnahmsweise auf 79%).

Stellt man den Mahlautomaten so ein, daß der Mehlanfall 72% ausmacht, so ist das Mehl viel dunkler, als ein Mehl gleicher Ausmahlung von einer großen industriellen Mühle. Es enthält also mehr Schalenteilchen, die während des Mahlvorganges mit in das Mehl hineingekommen sind. Das ist auch durchaus verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die industrielle Mühle mit 15 bis 20 Mahlvorgängen, ebenso vielen Sichtungen und zahlreichen anderen Einrichtungen das Getreidekorn langsam und stufenweise ausmahlt, wobei die ganze maschinelle Einrichtung von dem einen Gesichtspunkt aus gebaut ist, das Korinnere möglichst sorgfältig von der Schale getrennt zu halten. Bei dem Mahlautomaten wird die ganze Vermahlung mit 2 Mahlgängen und 2 Sichtungen vollzogen, wobei das Korn so stark angegriffen werden muß, daß eine größere Zersplitterung der Schale unvermeidlich ist. Das Mehl des Mahlautomaten bei 72%iger Ausmahlung läßt aber keinen Vergleich mit dem gleich hoch ausgemahlenen Mehl der industriellen Mühle zu. Will man Mehle vergleichen, so muß man sie unter gleichen müllerischen Bedingungen vergleichen. Das heißt, sie müssen prozentual gleich viel von den Kornbestandteilen, also Mehlkern und Schale, enthalten. Da der Mehlkern etwa 0,3% Asche enthält und die Schale etwa 6%, ist der Aschengehalt eines Mehles ein sehr guter Maßstab für den Gehalt an Schalenteilen [96]). Je höher ein Korn ausgemahlen wird, umsomehr Schalenteile werden mit in das Mehl gelangen, weil es technisch bis heute unmöglich ist, eine Zerpulverung der Schale restlos zu vermeiden. Die Abb. 16 zeigt kur-

venmäßig die Abhängigkeit des Aschengehaltes des Mehles vom Ausmahlungsgrad bei normalen industriellen Mühlen und bei dem Mahlautomaten für den Fall, daß die günstigsten Bedingungen, wie sie oben beschrieben werden, eingehalten werden, also richtige Speisegeschwindigkeit und möglichst schwaches Angreifen durch die oberen Steine.

Aus den Kurven der Abb. 16 geht hervor, daß das industrielle Mehl bei 72% Ausmahlung einen Aschegehalt von 0,6% hat und das Mehl des Mahlautomaten diesen Aschegehalt bei 52% Ausmahlung erreicht. Bei engerer Einstellung des unteren und weiter Einstellung des oberen Steinpaares am Mahlautomaten wird, wie schon

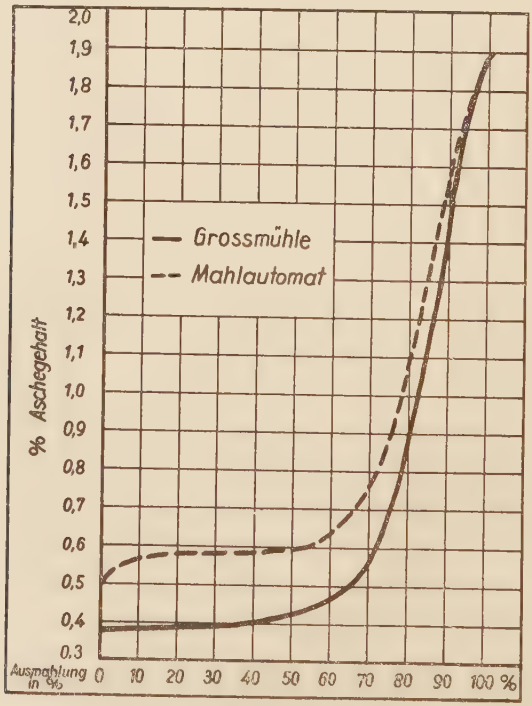


Abb. 16.

beschrieben, nur eine Ausmahlung von 40% erreicht. Es müssen also die oberen Steine nunmehr soviel enger gestellt werden, daß die erforderliche Ausbeute von 52% erreicht wird.

Die hiermit gefundenen Einstellungen werden nun beibehalten. Um festzustellen, wie die Ausbeuteziffern bei Wiederholungen der Mahlungen ausfallen, wurde ein Weizen fünfmal nacheinander bei gleicher Einstellung ausgemahlen. Die gefundenen Ausbeutezahlen waren:

Versuch 1	52%
Versuch 2	50,5%
Versuch 3	51,5%
Versuch 4	53%
Versuch 5	51,5%

Wird die Getreidesorte gewechselt, so muß entsprechend der jeweiligen Korngröße die Einstellung der Speisung geändert werden, um die Speisegeschwindigkeit in allen Fällen gleichzuhalten. Um auch die Streuung der Ausbeutezahlen verschiedener Getreideposten und gleichzeitig die Reproduzierbarkeit mehrerer Mahlautomaten kennen zu lernen, wurden 5 verschiedene Weizensorten auf 5 Mahlautomaten vermahlen. Die gefundenen Ausbeutezahlen und gleichzeitig die dazugehörigen Aschegehalte sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Weizenmuster:		Carsten V	Tassilo	Bahia Blanca	Austral-Weizen	Manitoba I Northern
Mahlautomat 1	Ausbeute	50,5 %	51,4 %	50,7 %	53,0 %	53,5 %
	Aschegeh.	0,59 %	0,62 %	0,60 %	0,61 %	0,63 %
Mahlautomat 2	Ausbeute	51,2 %	58,0 %	53,0 %	51,5 %	55,5 %
	Aschegeh.	0,59 %	0,64 %	0,62 %	0,58 %	0,61 %
Mahlautomat 3	Ausbeute	53,2 %	51,0 %	52,8 %	53,2 %	52,5 %
	Aschegeh.	0,62 %	0,59 %	0,62 %	0,60 %	0,61 %
Mahlautomat 4	Ausbeute	52,5 %	52,2 %	50,5 %	54,0 %	50,8 %
	Aschegeh.	0,60 %	0,59 %	0,60 %	0,60 %	0,62 %
Mahlautomat 5	Ausbeute	51,7 %	50,8 %	51,0 %	54,5 %	58,0 %
	Aschegeh.	0,59 %	0,60 %	0,59 %	0,61 %	0,66 %

Es geht aus der Tabelle hervor, daß die Ausbeuteziffern von 50,5% bis 58% schwanken und die Aschezahlen von 0,58% bis 0,66%. Es muß nur noch festgestellt werden, wie stark sich eine Ausbeuteschwankung von 50,5% bis 58% auf die Farinogrammkurve auswirkt. Die Abb. 17 zeigt Farinogramme von 3 ganz verschieden gearteten Weizen, die bei 50,5 und 58% Ausmahlung auf dem Mahlautomaten und bei 72% Ausmahlung auf der industriellen Mühle hergestellt worden sind. Es zeigt sich, daß der Ausbeute-

unterschied sich in einer Differenz des Erweichungsgrades bis zu 30 Konsistenzgraden auswirkt. Im übrigen sind die Kurvencharakteristiken gut reproduziert. Die Bandbreiten der Kurven, welche von den Mehlen des Mahlautomaten stammen, sind in allen Fällen schmaler als die Kurven von der industriellen Mühle. Diese schmalere Bandbreite ist darauf zurückzuführen, daß die Körnigkeit der Mehle von Mahlautomaten feiner ist als bei den übrigen. Da das aber bei allen Mehlen des Mahlautomaten der Fall ist, spielt das für den Vergleich der Mahlautomatenmehle untereinander keine Rolle. Die Grenzen der Reproduzierbarkeit bei der Vorbereitung und Herstellung der Faringrammkurven sind also wie folgt:
Mehlausbeute: ± 4%,

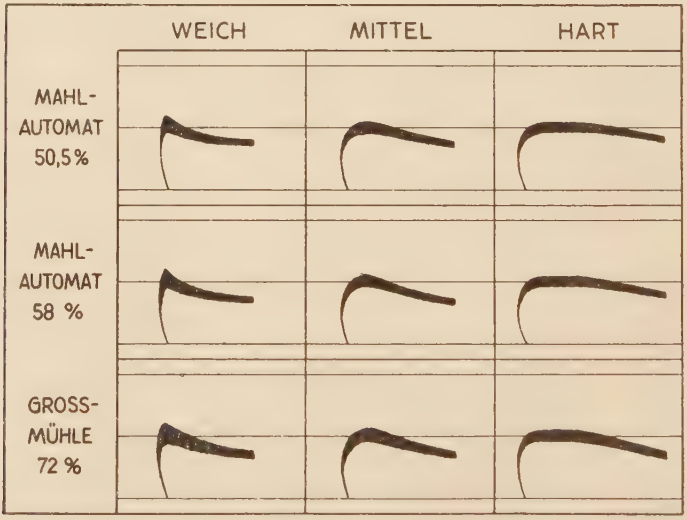


Abb. 17.

Erweichungsgrade bei schwankender Mehlausbeute: ± 15 Konsistenzgrade,
Wasseraufnahme: ± 0,5 ccm,
Abweichung der Kurvenmittellinie bei verschiedenen Knetern: ± 0,5 mm.

Es hat also keinen Zweck, bei der im weiteren zu entwickelnden Kurvenbewertung ein Verfahren auszuarbeiten, welches eine größere Genauigkeit vorsieht, als nach den festgestellten Grenzen der Reproduzierbarkeit eingehalten werden kann.

2. Die Vorbereitung der Muster.

Wenn es sich bei den zu untersuchenden Weizen um solche handelt, die direkt vom Felde kommen, also ungereinigt sind, so muß eine kleine Reinigungsmaschine, wie sie für Laboratoriumszwecke gebaut werden, in den Arbeitsgang eingeschaltet werden. Die Reinigungsmaschine muß es ermöglichen, die Weizen vor der Vermahlung von sämtlichen Fremdkörpern, fremden Cerealien und Unkrautsamen zu befreien.

Für die Herstellung eines Farinogrammes werden 300 g Mehl für die Titrierkurve und 300 g für die Normalkurve benötigt. Bei einer 52%igen Getreideausmahlung entspricht das rund 1150 g Getreide. Da für das Reinigen des Kneters noch etwas Mehl benötigt wird, muß man mit 1500 g gereinigtem Getreide auf den Mahlautomaten gehen.

Es gibt auch Kneter für den Farinographen, welche eine Füllung von nur 50 g Mehl benötigen. Der Farinograph wird bei Anwendung dieser Kneter durch Änderung der Längen der Hebelarme des Dynamometers entsprechend empfindlicher eingestellt und schreibt genau die gleiche große Kurve, wie der 300 g Kneter. Die Untersuchungen, welche dieser Arbeit zugrundeliegen, sind auf den Ergebnissen mit dem 300 g-Kneter aufgebaut worden, weil eine 50 g-Probe zu klein für diejenigen Fälle ist, in denen es sich darum handelt, Mischungen aus extrem verschieden gearteten Weizen zu untersuchen. Einige wenige Körner eines der extremen Weizen mehr in der 50 g-Probe als der wahren Durchschnittsprobe entspricht, können das Ergebnis fälschend beeinflussen. Bei den 300 g-Proben ist diese Gefahr auf $^1/_6$ verringert. An sich hat der 50 g-Kneter den großen Vorteil des geringeren Materialverbrauches, und sofern es sich darum handelt, Mehle einer einheitlichen Weizensorte zu untersuchen, stehen der Verwendung desselben keine Bedenken gegenüber.

3. Die Kennzeichen des Mischwertes.

Bei der Behandlung der Maßstäbe, die für die Bestimmung der Qualität von Weizen angelegt werden können, waren wir zu den Begriffen Backwert und Mischwert gekommen. Den Backwert haben wir als einen individuellen Begriff kennengelernt, der abhängig ist von örtlichen und persönlichen Auffassungen und Verhältnissen.

Der Mischwert dagegen ist ein Begriff, der sich auf der Gärtoleranz aufbaut und aussagt, ob man viel oder wenig eines Weizens bebestimmter Stärke zu einem schwachen Weizen mischen muß, um eine bestimmte Gärtoleranz zu erreichen. Er sagt also nichts aus über den individuellen Backwert der Mischung und überläßt es dem Müller, das Mehl mit Triebmitteln und Chemikalien so zu verändern, wie es den individuellen Ansprüchen seiner Kundschaft entspricht. Zur genauen Erfassung der Eigenschaften inbezug auf die für die Backfähigkeit sehr wichtigen Fragen des Gärvermögens und der Teigdehnbarkeit, welche die Mehle von Fall zu Fall haben müssen gemäß den jeweiligen Ansprüchen der Bäcker, stehen dem Müller außer dem Farinographen noch viele andere Untersuchungsmethoden zur Verfügung [97]).

Aus dem Bisherigen ergibt sich, daß der absolute Maßstab, welcher als Basis für eine Weizenbewertung dienen kann, der Mischwert ist.

Wir wollen uns zunächst die Farinogramme einiger charakteristischer Weizen ansehen und aus den Erfahrungen, welche die Praxis damit macht, die Beziehungen zwischen Farinogramm und Praxis kennenlernen. Abb. 18 zeigt einen kanadischen Manitoba, den die Praxis als den besten Weizen der Welt ansieht, welcher also den größten Mischwert aufweist. Als extremes Gegenstück dazu zeigt Abb. 19 den charakteristischen Typus von schwachen

Abb. 18.

Abb. 19.

Landweizen, wie sie in Deutschland, Frankreich, Holland, England, Skandinavien und im Baltikum in großen Mengen vorkommen. Diese Weizen haben einen sehr geringen Mischwert und werden, wenn es die wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse gestatten, mit starken ausländischen Weizen durch Mischen verstärkt. Abb. 20 zeigt einen argentinischen Bahia, dessen Mischwert nicht so groß ist wie derjenige des Manitoba. Wenn ein europäischer

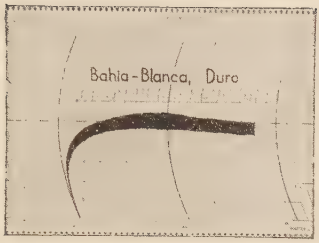


Abb. 20.

Müller zur Aufbesserung des Landweizens die Wahl hat zwischen Manitoba und Bahia, muß er von dem Bahia etwa zweimal soviel beimischen wie von dem Manitoba, um die gleiche Mischung zu bekommen.

Aus diesen Beispielen geht zunächst hervor, daß der Mischwert des Weizens parallel geht mit der Länge der Strecke vom zeitlichen Beginn der Kurve bis zu dem Punkt, bei welchem das Teiggerüst der mechanischen Beanspruchung durch das Kneten nicht mehr standhält und beginnt, abzufallen. Bei dem Landweizen in Abb. 19 war diese Strecke 1 Minute, bei dem Bahia in Abb. 20 10 Minuten und bei dem Manitoba in Abb. 18 etwa 23 Minuten. Aber nicht nur diese Strecke ist ein Merkmal für den Mischwert, sondern auch der Erweichungsgrad. Abb. 21 zeigt einen Tassiloweizen, welcher zu den

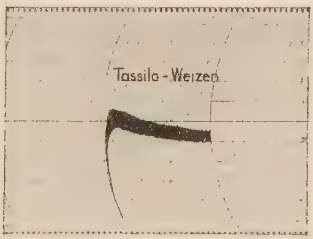


Abb. 21.

besseren deutschen Weizen gehört. Die Kurve beginnt nach 1 Min. abzufallen, aber der Abfall, der Erweichungsgrad, ist nach insgesamt 10 Min. nur 75 Konsistenzgrade, während er bei dem Landweizen in Abb. 19, der auch nach 1 Min. beginnt abzufallen, 220 Grad beträgt. Der Tassiloweizen ist besser als der schlechte Landweizen, d. h. um den Tassiloweizen auf eine bestimmte Gärtoleranz

zu bringen, braucht man weniger Verstärkungsweizen beizumischen als bei dem schlechten Landweizen.

4. Der Erweichungsgrad als Wertmaßstab.

Dieser Erweichungsgrad allein wurde schon in der Praxis vorgeschlagen zum Wertmaßstab bei der Auswertung von Farinogrammen. Die bei der Hamburger Reichsweizenschau im Jahre 1935 gezeigten 475 Farinogramme waren auf Grund des Erweichungsgrades nach einem Punktbewertungssystem ausgewertet worden [98]). Man hatte alle Kurven genau 10 Min. lang werden lassen und den Erweichungsgrad zu diesem Zeitpunkt gemessen. Diese Methode stimmte aber mit den Ergebnissen der Praxis nur in etwa 60% aller Fälle überein. In den übrigen 40% bewies die Praxis eindeutig, daß zwei Weizen trotz gleichen Erweichungsgrades sich in Mischungen mit starken Auslandsweizen verschieden verhielten.

Bei näherer Betrachtung der Kurven solcher Weizen wird das auch leicht klar. Die Abb. 22 zeigt auf einem Diagramm zwei Wei-

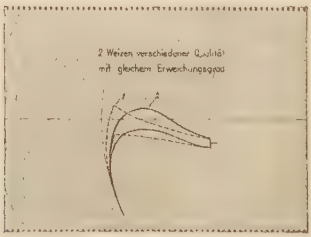


Abb. 22.

zen der Hamburger Reichsweizenschau, bei denen die Erweichungsgrade nach 10 Min. gleich waren. Bei dem Weizen 2 fällt die Kurve aber viel später ab als bei Weizen 1. Wir haben das spätere Abfallen als ein Kennzeichen höheren Mischwertes kennengelernt, und das muß dem Weizen zugute gehalten werden, sodaß er einen höheren Mischwert als Weizen 1 haben muß und es, wie die Praxis feststellt, auch hat.

Abgesehen von der Ungenauigkeit, welche dieser Bewertungsart anhaftet, ist das Verfahren nur auf schwache europäische Weizen anwendbar, deren Kurven vor der zehnten Minute abzufallen beginnen. Der Bahia in Abb. 20 fiel erst nach 10 Min. ab, er hätte also

einen Erweichungsgrad von 0. Der Manitoba in Abb. 18, welcher erst nach 23 Min. abfiel, und bei 10 Min. nicht einmal seinen Höhepunkt erreicht, hätte auch den Erweichungsgrad 0. Die beiden Weizen sind aber absolut nicht gleich.

Der nächstliegende Gedanke wäre, den Zeitpunkt zur Ablesung des Erweichungsgrades von 10 Min. auf 30 Min. zu verlegen, wobei auch der stärkste Manitobaweizen begonnen hat, abzufallen. Die Versuche zeigten aber sehr bald, daß dieser Weg nicht gangbar ist. Bei einer so langen Knetung wird ein Weichweizenteig derartig ruiniert, daß er einer stark klebenden, leimartigen Masse gleicht. Die Kurve wird unruhig und zeigt sogar infolge des wachsenden Klebeffektes einen wieder ansteigenden Verlauf. Abb. 23. Außerdem wird die Ablesung nach 30 Min. sehr unzuverlässig und dupliziert schlecht. Ferner kann es vorkommen, daß dann der stärkere von zwei Weizen, nach 30 Min. einen größeren Erweichungsgrad aufweist als der schwächere Weizen.

Abb. 23.

5. Die Hankoczy'sche Auswertungsmethode.

Eine wesentlich bessere Auswertungsmethode gelang Hankoczy in Ungarn[99]). Er läßt die Kurven zunächst 15 Min. lang werden. Das war notwendig, weil die ungarischen Weizen im Durchschnitt stärker sind als die deutschen. Abb. 24 zeigt die Kurve eines durchschnittlichen ungarischen Weizens, an welcher das Hankoczy'sche Verfahren erläutert werden soll. Von dem Punkt A, in welchem die Kurve beginnt aubzufallen, wird eine Mittellinie durch die Kurve nach B gezogen, eine Linie der Ordinate hinauf bis zur 500er Linie nach C und zurück nach A. Die umgrenzte Fläche A B C wird mit dem Planimeter ausgemessen. Je kleiner der Erweichungsgrad C B ist, und je kleiner die Strecke A C ist, also je später die Kurve

beginnt, abzufallen, umso kleiner wird der Flächeninhalt. Je kleiner die Fläche ist, umso größer ist der Mischwert des Weizens. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß der Fehler wie in der Abb. 22 erläutert, nicht auftreten kann, denn die Fläche ist unter allen Umständen umso kleiner, je später die Kurve abfällt, selbst wenn die Erweichungsgrade die gleichen sind.

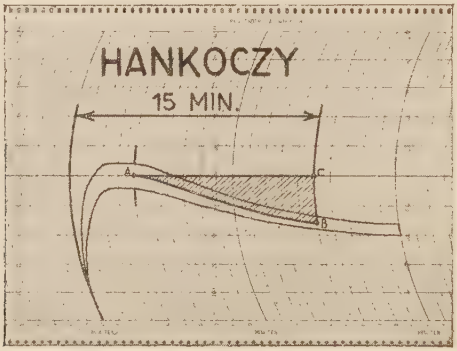


Abb. 24.

Der schlechteste Weizen, welcher je beobachtet wurde, gibt eine Kurve, deren Fläche A B C 50 cm² groß ist. Der beste ungarische Weizen hat 0 cm². Zwischen diesen beiden Extremen bewegen sich alle ungarischen Weizenqualitäten. Hankoczy hat dem schlechtesten Weizen die Wertzahl 0 gegeben und dem besten die Wertzahl 100. Das Nächstliegendste war nun die zur Verfügung stehenden 50 cm² gleichmäßig auf die 100 Wertzahlen zu verteilen, sodaß je eine Flächenabnahme um 0,5 cm² einer Erhöhung der Wertzahl um 1 Punkt entsprach. Diese Aufteilung erwies sich aber als falsch. Der wertmäßige Unterschied zwischen den Mischwerten zweier Weizen, deren Planimeterflächen 50 cm² und 45 cm² betragen, ist bei weitem nicht so groß wie zwischen Weizen, deren Flächen 5 cm² und 0 cm² sind. Das heißt also, die Funktion zwischen der Größe der Planimeterfläche und der Wertzahl ist keine lineare. Als Beziehung, welche den Werten der Praxis am nächsten kommt, fand Hankoczy die Sinusfunktion. Die graphische Lösung ist in Abb. 25 wiedergegeben. Zwischen Ordinate und Abszisse wird ein Viertelkreis gezogen. Auf der Ordinate werden die Quadratzentimeterzahlen von 0 bis 50 aufgetragen und der Kreisbogen in 100 gleiche Teile geteilt. Da, wo die Senkrechten die Abzisse tref-

fen, werden die zugehörigen Zahlen von 100 bis 0 aufgetragen. Für jede Planimeterfläche läßt sich die zugehörige Wertzahl finden, indem von der betr. Flächenzahl eine Horinzotale bis zum Kreisbogen gezogen wird. Vom Schnittpunkt der Horizontalen mit dem Kreisbogen wird das Lot auf die Abszisse gefällt. Der Schnittpunkt des Lotes mit der Abszisse gibt die gesuchte Wertzahl an. Die mathematisch ermittelten genauen Werte für die ganze Skala sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

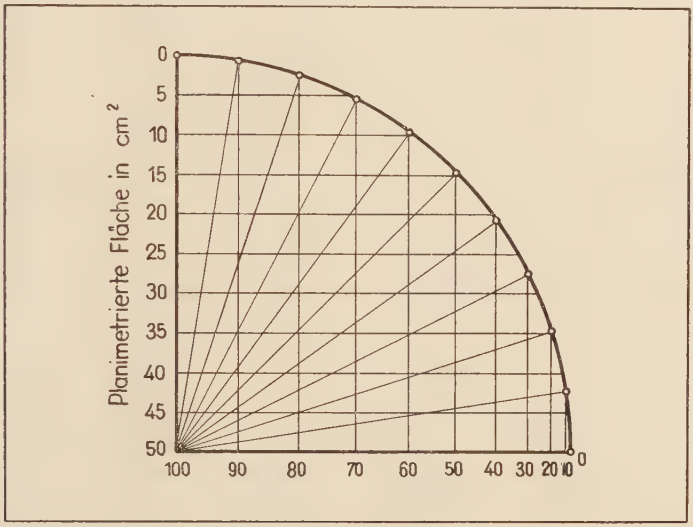


Abb. 25.

Tabelle zur Ermittlung der Wertzahl aus der Planimeterfläche des Farinogramms nach Hankoczy.

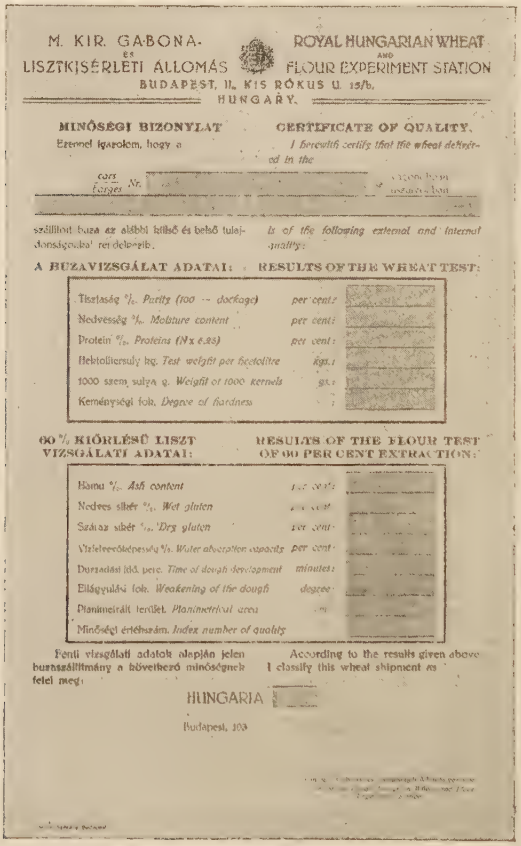
Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl
0	100,0	0,8	88,8	1,6	84,2
0,1	96,4	0,9	88,0	1,7	83,7
0,2	94,5	1,0	87,5	1,8	83,2
0,3	93,2	1,1	86,9	1,9	82,7
0,4	92,1	1,2	86,4	2,0	82,2
0,5	91,2	1,3	85,9	2,1	81,7
0,6	90,3	1,4	85,3	2,2	81,3
0,7	89,5	1,5	84,7	2,3	80,8

Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl
2,4	80,4	7,6	84,7	12,8	53,7
2,5	80,0	7,7	64,5	12,9	53,5
2,6	79,6	7,8	64,2	13,0	53,3
2,7	79,2	7,9	64,0	13,1	53,2
2,8	78,8	8,0	63,8	13,2	53,0
2,9	78,4	8,1	63,5	13,3	52,8
3,0	78,0	8,2	63,3	13,4	52,6
3,1	77,7	8,3	63,1	13,5	52,4
3,2	77,4	8,4	62,9	13,6	52,2
3,3	77,1	8,5	62,6	13,7	52,0
3,4	76,7	8,6	62,4	13,8	51,8
3,5	76,4	8,7	62,2	13,9	51,6
3,6	76,0	8,8	62,0	14,0	51,4
3,7	75,6	8,9	61,7	14,1	51,2
3,8	75,3	9,0	61,5	14,2	51,1
3,9	74,9	9,1	61,3	14,3	50,9
4,0	74,6	9,2	61,0	14,4	50,8
4,1	74,3	9,3	60,8	14,5	50,6
4,2	74,0	9,4	60,6	14,6	50,4
4,3	73,6	9,5	60,4	14,7	50,2
4,4	73,3	9,6	60,2	14,8	50,0
4,5	73,1	9,7	60,0	14,9	49,8
4,6	72,8	9,8	59,8	15,0	49,6
4,7	72,5	9,9	59,6	15,1	49,4
4,8	72,2	10,0	59,4	15,2	49,2
4,9	71,9	10,1	59,2	15,3	49,0
5,0	71,6	10,2	59,0	15,4	48,8
5,1	71,3	10,3	58,7	15,5	48,6
5,2	71,0	10,4	58,5	15,6	48,4
5,3	70,7	10,5	58,3	15,7	48,3
5,4	70,5	10,6	58,1	15,8	48,1
5,5	70,2	10,7	57,9	15,9	47,9
5,6	69,9	10,8	57,7	16,0	47,7
5,7	69,6	10,9	57,5	16,1	47,6
5,8	69,3	11,0	57,3	16,2	47,4
5,9	69,0	11,1	57,1	16,3	47,2
6,0	68,8	11,2	56,8	16,4	47,0
6,1	68,5	11,3	56,6	16,5	46,8
6,2	68,3	11,4	56,4	16,6	46,7
6,3	68,0	11,5	56,2	16,7	46,5
6,4	67,8	11,6	56,0	16,8	46,4
6,5	67,5	11,7	55,8	16,9	46,2
6,6	67,2	11,8	55,6	17,0	46,0
6,7	67,0	11,9	55,4	17,1	45,8
6,8	66,7	12,0	55,3	17,2	45,6
6,9	66,4	12,1	55,1	17,3	45,4
7,0	66,2	12,2	54,8	17,4	45,3
7,1	65,9	12,3	54,6	17,5	45,1
7,2	65,7	12,4	54,4	17,6	45,0
7,3	65,4	12,5	54,3	17,7	44,8
7,4	65,2	12,6	54,1	17,8	44,6
7,5	65,0	12,7	53,9	17,9	44,5

Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl	Fläche cm²	Wertzahl
18,0	44,4	22,7	36,9	27,4	30,0
18,1	44,2	22,8	36,7	27,5	29,8
18,2	44,0	22,9	36,6	27,6	29,7
18,3	43,8	23,0	36,5	27,7	29,5
18,4	43,7	23,1	36,3	27,8	29,4
18,5	43,5	23,2	36,2	27,9	29,3
18,6	43,4	23,3	36,0	28,0	29,1
18,7	43,2	23,4	35,9	28,1	29,0
18,8	43,0	23,5	35,7	28,2	28,8
18,9	42,8	23,6	35,6	28,3	28,7
19,0	42,7	23,7	35,4	28,4	28,5
19,1	42,6	23,8	35,3	28,5	28,4
19,2	42,4	23,9	35,1	28,6	28,3
19,3	42,2	24,0	35,0	28,7	28,2
19,4	42,0	24,1	34,8	28,8	28,0
19,5	41,9	24,2	34,7	28,9	27,8
19,6	41,7	24,3	34,5	29,0	27,7
19,7	41,6	24,4	34,4	29,1	27,5
19,8	41,4	24,5	34,2	29,2	27,4
19,9	41,2	24,6	34,1	29,3	27,3
20,0	41,0	24,7	33,9	29,4	27,2
20,1	40,9	24,8	33,8	29,5	27,0
20,2	40,7	24,9	33,6	29,6	26,9
20,3	40,6	25,0	33,5	29,7	26,7
20,4	40,5	25,1	33,4	29,8	26,6
20,5	40,3	25,2	33,2	29,9	26,4
20,6	40,2	25,3	33,1	30,0	26,3
20,7	40,0	25,4	32,9	31,0	24,9
20,8	39,8	25,5	32,7	32,0	23,5
20,9	39,7	25,6	32,6	33,0	22,2
21,0	39,5	25,7	32,5	34,0	20,8
21,1	39,4	25,8	32,3	35,0	19,5
21,2	39,2	25,9	32,2	36,0	18,2
21,3	39,1	26,0	32,0	37,0	16,9
21,4	38,9	26,1	31,9	38,0	15,6
21,5	38,8	26,2	31,7	39,0	14,3
21,6	38,6	26,3	31,6	40,0	13,0
21,7	38,5	26,4	31,5	41,0	11,7
21,8	38,3	26,5	31,3	42,0	10,4
21,9	38,2	26,6	31,2	43,0	8,1
22,0	38,0	26,7	31,0	44,0	7,8
22,1	37,8	26,8	30,8	45,0	6,5
22,2	37,7	26,9	30,7	46,0	5,3
22,3	37,5	27,0	30,5	47,0	4,0
22,4	37,4	27,1	30,4	48,0	2,7
22,5	37,2	27,2	30,3	49,0	1,4
22,6	37,1	27,3	30,1	50,0	0,0

Man sieht, daß zwischen 1 cm² und 0 cm² bereits sehr geringe Flächenunterschiede sich stark bemerkbar machen in der Wertzahl.

In diesem Bereich kommt man bereits in Schwierigkeiten mit der Reproduzierbarkeit der Farinographen und muß hohe Ansprüche an die Geschicklichkeit des Untersuchenden stellen. Da jedoch solche starke Weizen in Ungarn schon sehr selten sind, stört diese Empfindlichkeit im obersten Bereich wenig, und die Methode hat sich in Ungarn gut bewährt. Mit der Entwicklung dieser Methode hat Hankoczy dem ungarischen Staat einen großen Dienst erwiesen. Der Staat hat die Methode zur amtlichen Weizenbewertung angenommen und seit 3 Jahren mit bestem Erfolg ausgeführt. Die Abbildungen 26 und 27 zeigen Vorder- und Rückseite des heute gültigen ungarischen Attestes, auf welchem außer der farinogra-



M. KIR. GABONA- ÉS LISZTKISÉRLETI ÁLLOMÁS

ROYAL HUNGARIAN WHEAT AND FLOUR EXPERIMENT STATION

BUDAPEST, II., KIS RÓKUS U. 15/b. HUNGARY.

MINŐSÉGI BIZONYLAT

Ezennel igazolom, hogy a

CERTEFICATE OF QUALITY.

I herewith certify that the wheat delivered in the

vasúti fuvarlevél Nr.

szállított buza az alábbi külső és belső tulajdonságokkal rendelkezik.

is of the following external and internal quality:

A BUZAVIZSGÁLAT ADATAI:

RESULTS OF THE WHEAT TEST:

Tisztaság %. *Purity (100 — dockage)*	per cent:	
Nedvesség %. *Moisture content*	per cent:	
Protein %. *Proteins (N x 6.25)*	per cent:	
Hektolitersuly kg. *Test weight per hectolitre*	kgs.:	
1000 szem súlya g. *Weight of 1000 kernels*	gs.:	
Keménységi fok. *Degree of hardness*	:	

60 % KIŐRLÉSŰ LISZT VIZSGÁLATI ADATAI:

RESULTS OF THE FLOUR TEST OF 60 PER CENT EXTRACTION:

Hamu %. *Ash content*	per cent:	
Nedves sikér %. *Wet gluten*	per cent:	
Száraz sikér %. *Dry gluten*	per cent:	
Vízfelvevőképesség %. *Water absorption capacity*	per cent:	
Duzzadási idő, perc. *Time of dough development*	minutes:	
Elágyulási fok. *Weakening of the dough*	degree:	
Planimetrált terület. *Planimetrical area*	:	
Minőségi értékszám. *Index number of quality*		

Fenti vizsgálati adatok alapján jelen buzaszállítmány a következő minőségnek felel meg:

According to the results given above I classify this wheat shipment as

HUNGARIA

Budapest, 193

Abb. 26.

phischen Bewertung noch weitere Wertmerkmale verzeichnet sind, an weiterer Stelle behandelt werden sollen.

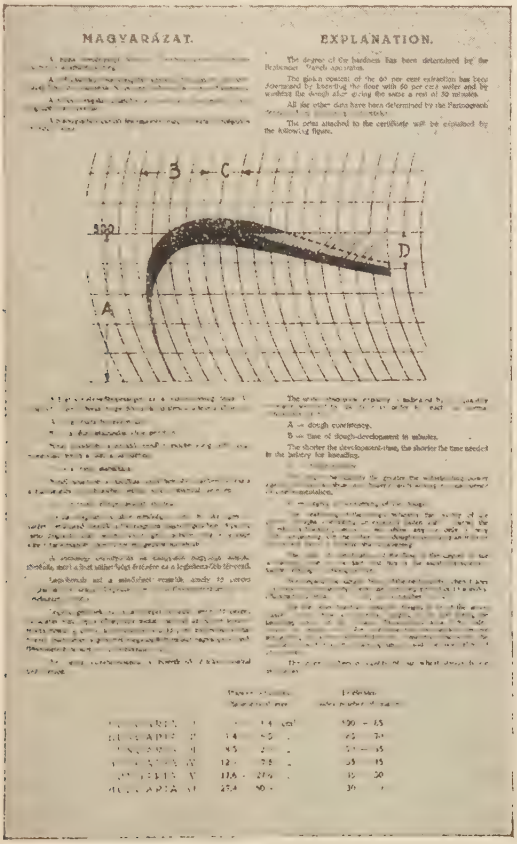


Abb. 27.

6. Die Kopetz'sche Auswertungsmethode.

In Österreich änderte Hopetz [99]) die Methode etwas ab mit dem Ziele, die Bandbreite als Wertmaßstab mit in die Bewertung eingehen zu lassen. Kopetz steht auf dem Standpunkt, daß in der Bandbreite ein Wertmerkmal vorhanden ist und zwar soll von zwei Weizen, welche einen genau gleichen Kurvenverlauf haben, aber verschiedene Bandbreiten, derjenige der bessere sein, welcher die

größere Bandbreite hat. Über die Bedeutung der Bandbreite ist bereits gesprochen worden bei der Erklärung des Farinogramms Abb. 9. Es ist durchaus möglich, daß innerhalb eines begrenzten Gebietes wie Österreich, wo die Weizen unter verhältnismäßig gleichen Bedingungen wachsen, die von Kopetz gefundene Gesetzmäßigkeit als Wertmaßstab mitbenutzt werden kann. Die Regel läßt sich aber unter keinen Umständen verallgemeinern, denn man beobachtet zu oft das Gegenteilige, z. B. haben die sehr harten Manitobaweizen meistens ein schmales Band.

Zur Erläuterung der Methode von Kopetz dient Abb. 28. Die Kurvenlänge beträgt wieder 15 Min. 10 mm über der 500er Linie wird die Linie D C gezogen und an der höchsten Stelle der Kurve die Senkrechte D A. Kopetz planimetriert die Fläche A B C D. Die Fläche wird in ähnlicher Weise wie bei der Hankoczy-Methode kleiner, wenn die Kurve später abfällt und wenn der Erweichungsgrad kleiner ist. Außerdem wird die Fläche kleiner, wenn die Bandbreite, bei sonst gleichbleibendem Verlauf der Kurvenmittellinie, größer wird.

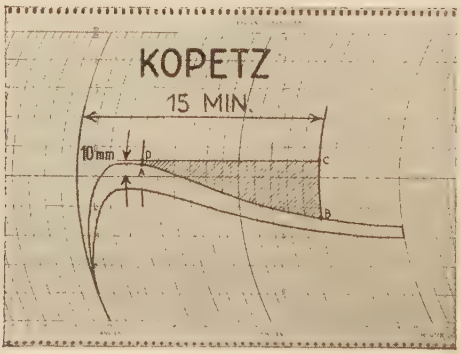


Abb. 28.

7. Die Biéchy'sche Auswertungsmethode.

In Deutschland benutzte Biéchy [100]) eine Vereinfachung der Hankoczy'schen Methode, indem er anstelle des Planimetrierens eine Annäherungsrechnung setzte. Abb. 29. Nach 5, 10 und 15 Min. bestimmte er den Erweichungsgrad und addierte die 3 Zahlen. Je niedriger die Zahl ist, umso besser ist der Weizen. Diese Methode

wurde von Biéchy in der Landessaatszuchtanstalt Weihenstephan benutzt und ergab für die Zwecke der Saatzucht brauchbare Werte.

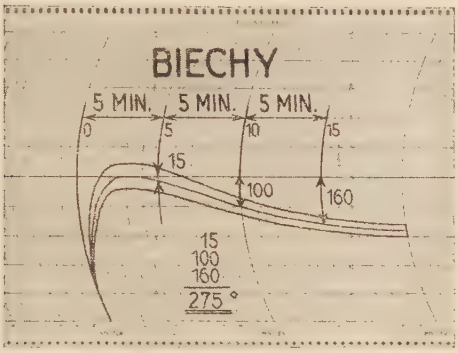


Abb. 29.

8. Die Bewertung nach Punkten.

Matejovsky [101]) erwähnt in seiner tschechischen Dissertation einige Verfahren der Bewertung, bei welchen für die verschiedenen Farinogramm-Eigenschaften Wertpunkte gezählt werden. So werden nach dem Verfahren von Hruska für die Wasseraufnahme folgende Punkte gezählt:

56%	1	Punkt
57%	2	Punkte
58%	3	„
59%	4	„
60%	5	„
61%	6	„
62%	7	„
63%	8	„
64%	9	„
65%	10	„
66%	11	„
67%	12	„
68%	13	„
69%	14	„
70%	15	„
71%	16	„
72%	17	„

Für die Teigentwicklungszeit:

2	Min.	0	Punkte.
3	„	1	Punkt
4	„	2	Punkte
5	„	3	„
6	„	4	„
7	„	5	„
8	„	6	„
9	„	7	„
10	„	8	„

Für die Bandbreite nach 10 Minuten:

5	mm	— 4	Punkte
6	mm	— 3	„
7	mm	— 2	„
8	mm	— 1	Punkt
9	mm	— 0	Punkte
10	mm	+ 1	Punkt
11	mm	+ 2	Punkte
12	mm	+ 3	„
13	mm	+ 4	„
14	mm	+ 5	„
15	mm	+ 6	„

Für den Erweichungsgrad nach 10 Minuten:

0	Grad	Konsistenzabfall	35,0	Punkte
10	„	„	33,9	„
20	„	„	32,8	„
30	„	„	31,7	„
40	„	„	30,6	„
50	„	„	29,5	„
60	„	„	28,4	„
70	„	„	27,3	„
80	„	„	26,2	„
90	„	„	25,1	„
100	„	„	24,0	„
110	„	„	22,9	„
120	„	„	21,8	„
130	„	„	20,7	„
140	„	„	19,6	„

150	Grad	Kosistenzabfall	18,5	Punkte
160	„	„	17,4	„
170	„	„	16,3	„
180	„	„	15,2	„
190	„	„	14,1	„
200	„	„	13,0	„
210	„	„	11,9	„
220	„	„	10,8	„
230	„	„	9,7	„
240	„	„	8,6	„
250	„	„	7,5	„
260	„	„	6,4	„
270	„	„	5,3	„
280	„	„	4,2	„
290	„	„	3,1	„
300	„	„	2,0	„
310	„	„	0,9	„
320	„	„	0,0	„

Außer den farinographischen Merkmalen wird der Trockenklebergehalt aufgenommen. Der Trockenklebergehalt wird ermittelt durch Trocknen des Naßklebers. Es werden notiert für:

0— 8,9%	6	Punkte
9—10,9%	12	„
10—12,9%	18	„
13—14,9%	24	„
über 15 %	30	„

Als Beispiel für eine Bewertung eines Weizens würde sich folgende Rechnung egeben:

Wasseraufnahme 62% =	+ 7 Punkte
Teigentwicklungszeit 4 Min. =	+ 2 Punkte
Bandbreite 6 mm =	— 3 Punkte
Erweichung 100° =	+ 24 Punkte
Trockenkleber 12% =	+ 18 Punkte
Wertzahl:	+ 48 Punkte

Solche Verfahren können nicht als einwandfrei angesehen werden. Es ist nämlich nicht erklärt worden, wie das wertmäßige Verhältnis der einzelnen Merkmale zueinander entstanden ist. Es müßte

ein ungewöhnlicher Zufall sein, wenn die Natur die Materialkonstanten des Weizens in solche einfachen zahlenmäßigen Beziehungen zueinander gesetzt hätte. Außerdem sind die Skalen von Minute zu Minute und mm zu mm und Prozent zu Prozent linear angenommen worden. Wie Hankoczy bereits feststellte, ist die Funktion der Wertskala bestimmt nicht linear, sodaß er zur Sinus-Funktion überging. Weiterhin ist es nicht anzunehmen, daß die verschiedenen Materialkonstanten — Wasseraufnahme, Teigentwicklungszeit, Erweichungsgrad etc. — im Verhältnis ein- und derselben Funktion in die Bildung der Wertskala eingehen. Abgesehen von der unrichtigen wertmäßigen Zusammenstellung der Materialkonstanten in den Bewertungssystemen sind darin Merkmale verschiedener Begriffe zusammengewürfelt worden; nämlich

1. 2 Merkmale des Mischwertes — Teigentwicklungszeit und Erweichung —,
2. 1 Merkmal des individuellen Backwertes — die Bandbreite —,
3. 1 Merkmal des kommerziellen Wertes in der Bäckerei — die Wasseraufnahme, also die Teigausbeute —,
4. 1 Merkmal des müllerischen Wertes — der Trockenkleber.

Matejovsky hat auch selbst festgestellt, daß diese Bewertungssysteme nach Punkten nicht einwandfrei sind und keine eindeutigen Aufschlüsse geben.

9. Das Galter'sche System.

Galter[9] [102] [103] schlug ein Bewertungsverfahren vor, welches erstmalig unabhängig war von der Kurvenlänge, während die bisher besprochenen Verfahren alle 10 und 15 Mim. Kurvenlänge vorschrieben. Als Kennzeichen für den Mischwert nennt Galter die Strecke vom zeitlichen Beginn der Kurve bis zu dem Augenblick, da die Kurvenmitte nach beendeter Stabilität um 10 Konsistenzgrade abgesunken ist, also die 490er Konsistenzlinie erreicht. Bei schwachen Weizen ist diese Strecke, welche Galter „Konstanz" nennt, nur etwa 1 Min. und erreicht bei den Manitobaweizen 18 und mehr Minuten. Die Methode ist schwierig anzuwenden bei den schwachen Weizen, welche keine Stabilität haben. Die Abb. 19 und 21 hatten zwei Weizen gezeigt, die ganz verschiedene Erweichungsgrade aufwiesen und infolgedessen verschiedene Mischwerte haben. Wendet man die Galter'sche Methode darauf an, so ist nur ein ganz kleiner Unterschied in den Werten der Konstanz festzustellen.

Die Unterschiede bei solchen Weizen, die namentlich in Deutschland in der Überzahl vorkommen, sind so klein, daß sie in die Fehlergrenze der Farinographmethode fallen. In Österreich, wo die Weizen im allgemeinen etwas stärker sind, ist die Methode zuverlässiger.

Des weiteren hat Galter die Farinogramme in ein vierpolares System eingeordnet. Abb. 30 zeigt die Anordnung. In der linken

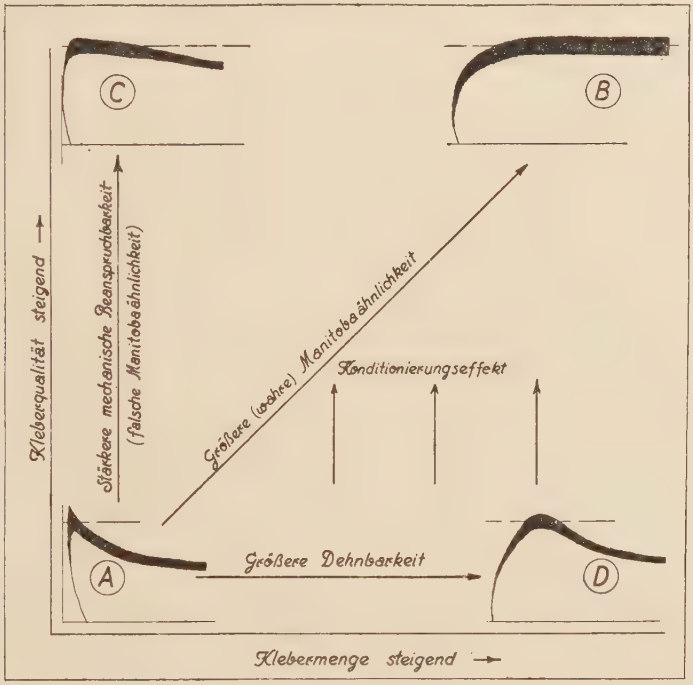


Abb. 30.

unteren Ecke stehen die schwächsten Weizen mit kurzer Teigentwicklungszeit und hohem Erweichungsgrad, in der unteren rechten Ecke diejenigen mit langer Teigentwicklungszeit und großer Erweichung, oben rechts diejenigen mit langer Teigentwicklungszeit und geringer Erweichung, oben links diejenigen mit kurzer Teigentwicklungszeit und geringer Erweichung. Geht man nun weiter nach unten links, so ergibt sich ein geschlossener Zyklus, welcher in dem umschlossenen Feld alle etwaigen Kombinationen zwischen Teigentwicklungszeit und Erweichung enthält. Die Manitobaweizen

befinden sich in der rechten oberen Ecke mit langer Teigentwicklungszeit und geringer Erweichung. Da die schwachen Weizen mit den entgegengesetzten Eigenschaften in der gegenüberliegenden Seite liegen, nennt Galter die Achse A—B die Richtung der wahren Manitobaähnlichkeit. Im Gegensatz dazu nennt er die Richtung A C die Richtung der falschen Manitobaähnlichkeit, weil dem Weizen bei C die Eigenschaft der langen Teigentwicklung fehlt, obwohl sie im übrigen Manitobaähnlichkeit haben, also auch einen hohen Mischwert. In großen Zügen gesehen steigt in der Richtung A—C auch die Kleberqualität inbezug auf Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Bearbeitung, während die Klebermenge gering ist. Die Weizen in C erhalten also ihre gute Qualität nicht durch eine große Klebermenge, sondern eine hohe Qualität desselben. In der Richtung A D steigt die Klebermenge, wobei die Qualität aber schlecht ist. Die Weizen bei D erreichen ihre gute Gesamtqualität also durch die große Klebermenge und nicht durch eine gute Qualität desselben. Die bei D stehenden Weizen lassen sich durch Konditionieren, d. h. durch physikalische Behandlung mit Wärme und Feuchtigkeit in solche Typen umwandeln, die weiter oben liegen, aber nicht umgekehrt. Diese Verteilung der Klebereigenschaften in dem vierpolaren System gilt aber, wie gesagt, nur in großen Zügen, sodaß keine absoluten Zahlen angegeben werden können. Die Beziehungen zwischen Klebermenge und Farinogramm hängen, wie Mueller [104]) gezeigt hat, von Sorte und Herkunft des Weizens ab. Im übrigen beweist noch die Galter'sche Anordnung, wie zwecklos es ist, zwischen Klebermenge und Weizenqualität eine Parallele zu suchen. Die Weizen bei B und D können die gleichen Klebermengen haben, aber die Weizen bei B haben die bessere Kleberqualität und erhalten dadurch einen größeren Mischwert.

Ferner hat Galter einen Faktor gebildet aus der Konstanz und Entwicklungszeit $\frac{K}{E}$, der vielleicht für die Kontrolle der Weizenkonditionierung in der Mühle eine Bedeutung haben kann. Das Galter'sche System ist z. Zt. noch nicht endgültig durchgearbeitet zur Veröffentlichung gelangt.

10. Die Typenskala von Brabender.

Brabender [105]) schlug vor, eine Typentafel zu verwenden, welche aus 24 Farinogrammtypen besteht, mit denen die zu bewertende Kurve verglichen wird. Abb. 31. Die Type Nr. 1 stellte den besten Weizen dar und Nr. 24 den schlechtesten. Die Anordnung

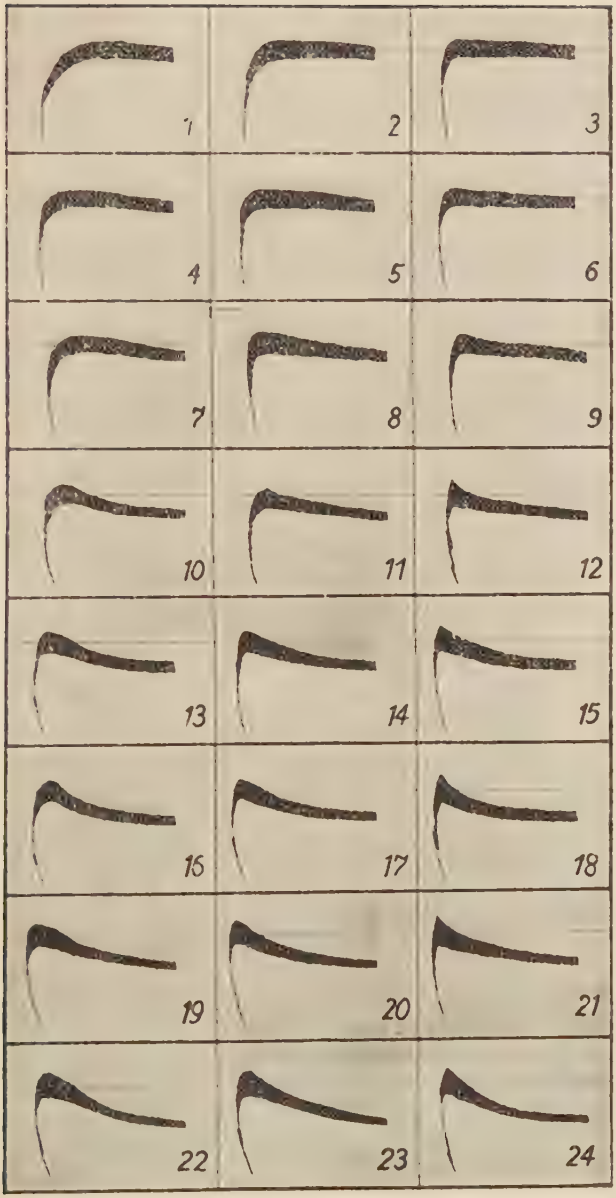


Abb. 31.

ist so getroffen, daß von unten nach oben der Erweichungsgrad kleiner wird und von links nach rechts die Entwicklungszeit ebenfalls. Zur Ergänzung der Typenskala schlug Brabender die Benutzung eines Nomogramms vor, welches es ermöglicht, weitere Faktoren, wie Klebermenge, Dehnbarkeit, Wasseraufnahme oder dergl. mit in die Bewertung hineinzubeziehen. Die Abb. 32 zeigt ein Nomogramm, mit welchem der Klebergehalt besonders berücksichtigt werden kann. Die zwischen den Skalen für Farinogrammnummern und Naßklebermengen vorgesehene Wertskala kann den jeweiligen Ansprüchen inbezug auf ihre Einteilung angepaßt werden. Im vorliegenden Beispiel ist nur eine Aufteilung in 3 Wert-

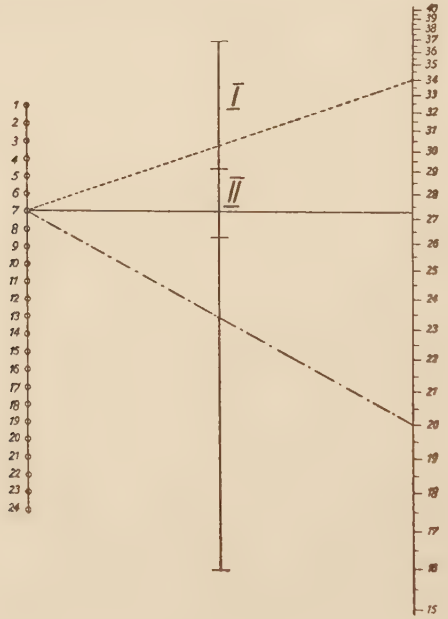


Abb. 32.

klassen vorgesehen. Die Klasse I umfaßt die Weizen, welche in den ersten Reihen der Typentafel liegen und an die gleichzeitig die Forderung gestellt wird, daß sie einen hohen Klebergehalt haben sollen. Die Klasse II umfaßt die mittleren Weizen und der restliche Teil der Skala die minderwertigen, für die kein Interesse besteht. Ein Weizen mit der Farinogrammnummer 7 und 34% Naßkleber gehört in die Wertklasse I, mit etwa 27% gehört er in die Wertklasse II und mit nur 20% besteht kein Interesse dafür.

Das Prinzip der Typentafel erwies sich als sehr ausbaufähig und führte den Verfasser auf die Entwicklung des Valorimeters, welches nunmehr zu beschreiben ist.

11. Die Umwandlung der Brabender'schen Typenskala in ein Diagramm.

Die Brabender'sche Typenskala mußte erweitert werden, und Umstellung wurden erforderlich. Die Farinogramme von Weizen der ganzen Welt zeigten eine solche Mannigfaltigkeit, daß die Anzahl der Typen in der Tabelle so stark anwuchs, daß die Übersichtlichkeit nachließ.

Der nächste Schritt war daher, die bildliche Darstellung der Kurven in einer Tafel zu umgehen und deren Eigenschaften als Funktionen in ein Diagramm einzubauen. Es mußte geklärt werden, welche Eigenschaften zur Erfassung des Mischwertes verwendet werden können und wie sie definiert werden sollen. Wir hatten gesehen, daß die Strecke vom zeitlichen Beginn der Kurve bis zum Beginn des Kurvenabfalls einer der interessierenden Faktoren war. Diese Strecke wird im weiteren „Resistenz" genannt, weil der Teig während dieser Zeit in der Lage ist, dem zerstörenden Einfluß der Knetwirkung zu widerstehen. In der Abb. 33 ist an

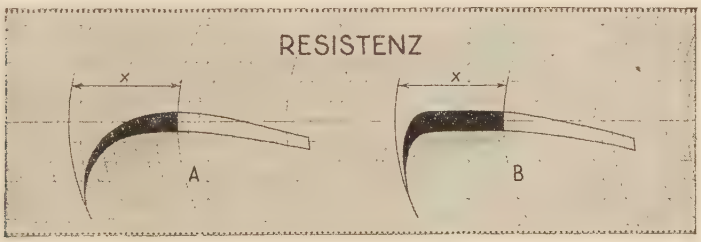


Abb. 33.

zwei Kurven die Resistenz eingezeichnet. Sie ist in beiden Fällen gleich lang, aber die Kurven sehen verschieden aus. Die Kurve A hat eine lange Teigentwicklungszeit ohne Stabilität. Die Kurve B hat eine kurze Teigentwicklungszeit und eine lange Stabilität. Bei einem Backversuch wird sich das in der Weise äußern, daß der Teig B schnell seine optimalen Struktureigenschaften erreicht und über eine lange Zeit gärstabil bleibt, während der Teig A nur

langsam seine optimalen Struktureigenschaften erreicht; er hat eine lange „Untergare". Schließlich wird er dann zur gleichen Zeit wie Teig B die Gärtoleranz überschreiten und „Übergare" bekommen. Die beiden Teige haben also gleich lange der Knet- und Gärarbeit widerstehen können. Der Mischwert der beiden Weizen ist also gleich. Außer dieser theoretischen Ableitung für die Gleichheit gibt es noch einen schönen praktischen Beweis. Durch Konditionierung kann man den Weizen A in seinen physikalischen Struktureigenschaften so verändern, daß seine Kurve derjenigen von B ähnlich wird.

Die Resistenz setzt sich also zusammen aus Teigentwicklungszeit plus Stabilität, wobei wir uns um das jeweilige Verhältnis der beiden Komponenten einstweilen nicht kümmern.

Als zweiter Faktor zur Kennzeichnung des Mischwertes ist der Erweichungsgrad genannt worden. Bei den früher beschriebenen Methoden ist der Erweichungsgrad nach 10 oder 15 Minuten gesamter Kurvendauer gemessen worden. Dieses Verfahren ist entschieden als falsch zu bezeichnen. Es gibt Kurven, die bereits nach 1 Min. beginnen abzufallen, sodaß der Abfall bereits 14 Minuten angedauert hat, ehe er bei z. B. 15 Min. Gesamtdauer der Kurve gemessen wird. Bei anderen Kurven beginnt der Abfall z. B. erst nach 14 Min. und dauert nur 1 Min. Die Erweichungsgrade werden hierbei unter ganz verschiedenen Bedingungen gemessen, sie sind zeitlich verschieden weit fortgeschritten. Es muß deshalb festgesetzt werden, um wieviel Min. nach dem Beginn des Kurvenabfalles die Erweichung gemessen werden soll. In der Abb. 34 sind zwei

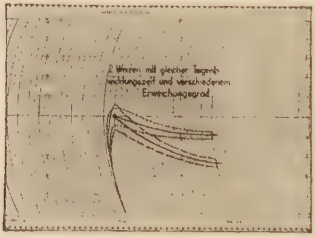


Abb. 34.

Kurven mit verschiedenen Erweichungsgraden übereinander gezeichnet. Die beiden Mittellinien gehen strahlenförmig auseinander, und je weiter die Linien gehen, umso deutlicher werden die Unterschiede sichtbar und meßbar. Es ist also zunächst einmal im In-

teresse einer größeren Genauigkeit bei der Ablesung von Bedeutung, daß die Messung nicht sofort nach dem Beginn des Abfalls vorgenommen wird. Anderseits wird eine zu lange Dauer schädlich, weil die Kurven sich einander wieder nähern und unruhig werden. Der günstigste Zeitpunkt für die Ablesung des Erweichungsgrades ist 12 Minuten nach dem Beginn des Kurvenabfalles.

Hiermit sind die Eigenschaften des Farinogramms definiert, welche für den Aufbau des Bewertungssystems benötigt werden:

1. Resistenz, die Strecke vom zeitlichen Beginn der Kurve bis zum Beginn des Kurvenabfalles.
2. Erweichung, gemessen zwischen 500er Konsistenzlinie und Mitte des Kurvenbandes 12 Min. nachdem die Kurve begonnen hat abzufallen.

Die zeitliche Länge der Kurve ist nicht mehr an eine festgesetzte Zeit gebunden, sondern setzt sich zusammen aus der jeweiligen Dauer der Resistenz zuzüglich 12 Minuten. Abb. 35 zeigt die

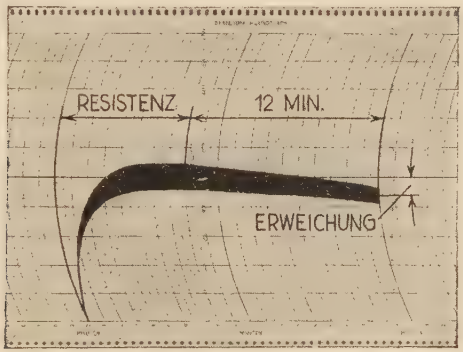


Abb. 35.
Zusammenstellung der beiden Faktoren, mit denen im weiteren gearbeitet werden soll anstelle der bildlichen Kurven.

12. Die praktische Ermittlung der Mischwertskala.

Es handelt sich jetzt darum, festzustellen, welche Parallele zwischen der Resistenz und Erweichung einerseits und dem effektiven Mischwert anderseits besteht. Die beste Auskunft ergibt der praktische Versuch, indem Weizen mit bekannten Werten der Resistenz und Erweichung in verschiedenen Verhältnissen miteinander ge-

mischt werden und die Veränderungen der Werte für Resistenz und Erweichung beobachtet werden. Zu diesem Zweck wurde der schlechteste Weizen, welcher je beobachtet wurde, und der beste Weizen, welcher vorkommt, herausgesucht. Als schlechtester Weizen diente ein ungarischer Außenseiter, welcher nicht gehandelt wird, und welchen auch Hankoczy als chlechtesten Weizen mit 50 cm² Planimeterfläche bei seiner Methode angenommen hatte. Dieser Weizen hat die Eigenschaft, außerordentlich schnell Teig zu bilden und sofort nach Erreichung des Optimums abzufallen. Deshalb kann die Restistenz, welche nur wenige Schaufelumdrehungen dauert, ohne einen feststellbaren Fehler zu begehen, gleich null gesetzt werden. Die Erweichung dieses Weizens betrug 400 Konsistenzgrade. Als bester Weizen diente der stärkste Kanadier „Manitoba I, hard, atlantic". Dieser Weizen hatte eine Resistenz von 27,8 Min. und einen Erweichungsgrad von 57,5°. Dem schlechten Weizen sind in einer Versuchsreihe 10%, 20%, 30% usw. von

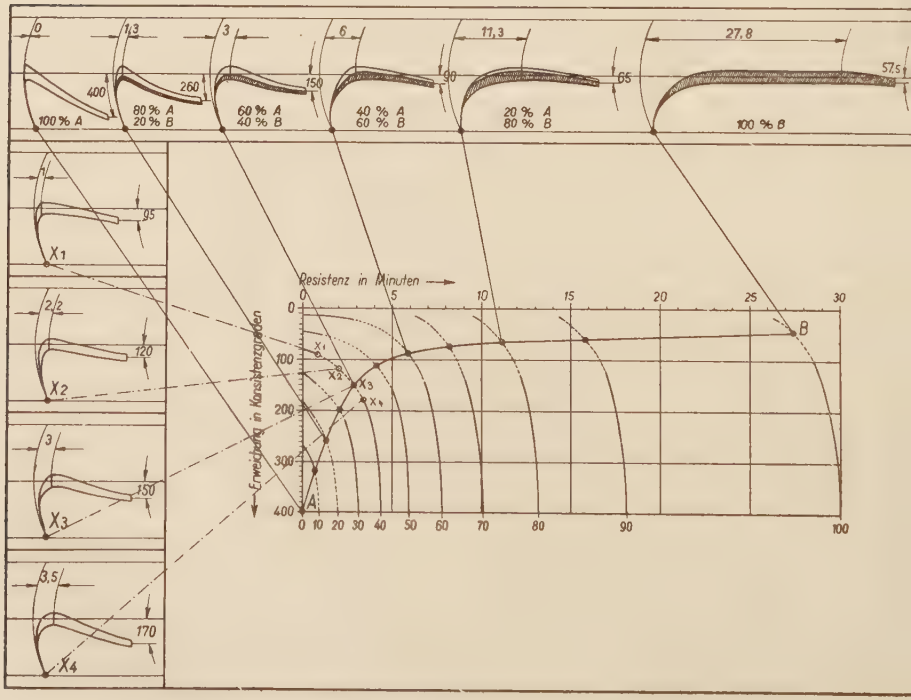


Abb. 36.

dem guten Weizen beigemischt worden. Auf diese Weise entsteht eine Reihe von Weizenmischungen, deren Mischwert regelmäßig um je 10% steigt.

In der Abb. 36 in der oberen Reihe sind einige Farinogramme der Mischungen wiedergegeben, wobei der schlechte Weizen mit A und der gute mit B bezeichnet sind.

Die folgende Tabelle gibt die gefundenen Werte für Resistenz und Erweichung an:

Mischung % A	% B	*Resistenz* Min.	*Erweichungs-grad*
100	0	0	400
90	10	0,7	315
80	20	1,3	260
70	30	2,0	200
60	40	3,0	150
50	50	4,1	110
40	60	6,0	90
30	70	8,2	75
20	80	11,3	65
10	90	16,0	60
0	100	27,8	57,5

Die Zahlen lassen sich nun in ein Koordinatensystem eintragen, bei welchem die Abszisse die Resistenz in Minuten und die Ordinate die Erweichung in Konsistenzgraden wiedergeben. Das ist in der Abb. 36 geschehen.

Die gekrümmte Linie A B gibt also die Richtung an, in welcher der Mischwert steigt, wobei die eingetragenen Punkte einer Steigerung um jeweils 10% entsprechen.

13. Die Kombinationsmöglichkeiten zwischen Resistenz und Erweichung.

Die Linie A B gibt eine Reihe von Kombinationen zwischen Resistenz und Erweichung wieder, die sich durch Mischen der extremen Weizen A und B ergeben hatten. Das sind aber nicht die einzigen Kombinationen, die vorkommen. Es werden alle möglichen Kombinationen zwischen Resistenz und Erweichung beobachtet. Es gibt Kurven mit kleiner Resistenz und großer sowie kleiner Erweichung, es gibt Kurven mit großer Resistenz und wiederum großer sowie kleiner Erweichung. Die zahlreichen Kom-

binationsmöglichkeiten, die alle an bestimmten Stellen des in Abb. 36 gezeigten Diagramms als Punkte oberhalb oder unterhalb der Linie A B vorhanden sind, müssen zu der Richtung steigenden Mischwertes A—B in Beziehung gebracht werden.

Wir sehen eine Kurve, welche einem Punkte auf der Linie A-B entspricht, näher an, z. B. die Kurve 60% A, 40% B der Abb. 36. Diese Kurve entspricht einem bestimmten Mischwert, den wir 40 nennen wollen. Die Kurve hat eine bestimmte Kombination von Resistenz und Erweichung, nämlich 3 Min. Resistenz und 150 Grad Erweichung. Wenn wir die Resistenz verringern und die Erweichung unverändert lassen, so sinkt, wie wir wissen, der Mischwert. Wenn wir umgekehrt die Erweichung verringern und die Resistenz unverändert lassen, so steigt der Mischwert. Wie ist es nun, wenn wir beides tun? Durch Verringerung der Resistenz sinkt der Mischwert, und durch anschließende Verringerung des Erweichungsgrades steigt der Mischwert wieder. Es ist nun ganz sicher, daß es Kombinationen geben muß, bei denen die infolge der Resistenzverringerung erfolgte Wertminderung durch eine Verkleinerung des Erweichungsgrades genau kompensiert wird.

Wir hätten dann zwei Weizen mit verschiedenen Verhältnissen von Resistenz zu Erweichung, aber gleichem Mischwert. Solche Weizen lassen sich tatsächlich in großer Zahl finden.Daß 2 oder mehrere solcher Weizen tatsächlich den gleichen Mischwert haben, läßt sich beweisen durch praktische Mischungsversuche, durch Konditionierungen, wobei eine Weizencharakteristik in die andere übergeführt wird, und durch Vergleich der Extensogrammflächen. Zwei solcher als gleichwertig befundener Farinogramme sind in der Abb. 36 als X_1 und X_4 eingezeichnet. Durch Mischen solcher gleichwertiger Weizen müssen sich auch Mischungen gleichen Mischwertes ergeben. Diese Mischungen sind in Abb. 36 in der Linie X_1—X_4 eingetragen. In dieser Weise ist an vielen Stellen der Linie A—B verfahren worden, wobei sich die quer zu A—B verlaufenden Richtungen gleicher Mischwerte ergeben.

Wie ersichtlich, sind diese Querlinien teils punktiert und dann bis zu den Achsen des Diagramms ausgezogen. Das ist geschehen, weil auf den ausgezogenen Teilen der Kurven bisher keine Weizen gefunden worden sind. Ein Manitoba z. B. mit 20 Min. Resistenz, welcher gleichzeitig 300 Grad Erweichung hat, ist etwas bisher Unbekanntes. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß solche Weizen noch gefunden oder gezüchtet werden, wenn das auch sehr unwahrscheinlich ist. Wie dem auch sei, müssen die tat-

sächlich gefundenen punktierten Linien der vorgezeigten Richtung entsprechend bis zu den Achsen verlängert werden, um ein abgeschlossenes Ganzes zu bekommen. Jede Linie entspricht einer Reihe von Kombinationen aus Resistenz und Erweichung, die einem bestimmten Mischwert entspricht. Man kann die Linien numerieren, 0, 10, 20 usw. bis 100 und somit zu einer 100teiligen Skala für den Mischwert kommen, angefangen beim schlechtesten Weizen mit 0 bis zum besten mit 100.

14. Die Funktion zwischen Mischwert und Resistenz.

Die Linien schneiden auf den Achsen des Diagramms Stücke ab, die von 0 nach 100 ständig größer werden. Die Abb. 37 zeigt ein Diagramm, in welchem die Funktion zwischen dem Mischwert und der Resistenz dargestellt ist. Anhand dieser Kurve kann die Aufteilung der Mischwertskala, welche bis jetzt von 10 zu 10 Stufen vorhanden ist, 100teilig ausgeführt werden. In der folgenden Tabelle sind die Werte einzeln aufgeführt.

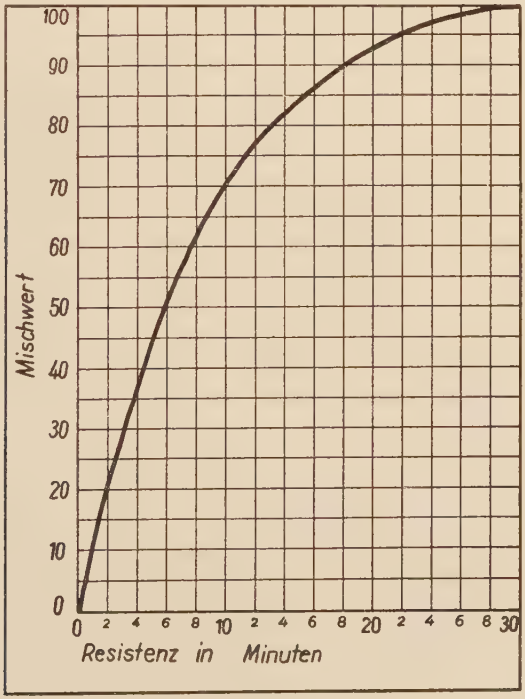


Abb. 37.

Mischwert	*Resistenz* i/Minuten	*Mischwert*	*Resistenz* i/Minuten
0	0	51	6,06
1	0,09	52	6,23
2	0,17	53	6,41
3	0,26	54	6,59
4	0,35	55	6,77
5	0,44	56	6,95
6	0,53	57	7,14
7	0,63	58	7,34
8	0,72	59	7,53
9	0,81	60	7,74
10	0,91	61	7,94
11	1,00	62	8,16
12	1,10	63	8,38
13	1,20	64	8,60
14	1,30	65	8,83
15	1,40	66	9,06
16	1,50	67	9,30
17	1,61	68	9,55
18	1,71	69	9,80
19	1,81	70	10,07
20	1,92	71	10,35
21	2,03	72	10,61
22	2,14	73	10,90
23	2,25	74	11,20
24	2,36	75	11,51
25	2,47	76	11,82
26	2,59	77	12,15
27	2,70	78	12,50
28	2,82	79	12,85
29	2,94	80	13,22
30	3,06	81	13,61
31	3,18	82	14,02
32	3,30	83	14,46
33	3,43	84	14,91
34	3,56	85	15,38
35	3,69	86	15,88
36	3,82	87	16,39
37	3,95	88	16,95
38	4,09	89	17,54
39	4,23	90	18,18
40	4,37	91	18,86
41	4,51	92	19,60
42	4,65	93	20,40
43	4,80	94	21,29
44	4,95	95	22,28
45	5,10	96	23,39
46	5,25	97	24,65
47	5,41	98	26,11
48	5,57	99	27,86
49	5,73	100	30,00
50	5,89		

15. Die Funktion zwischen Mischwert und Erweichung.

Die Schnittpunkte der verlängerten Querlinien in dem Diagramm der Abb. 36 schneiden von der Ordinate Stücke ab, welche von unten nach oben kleiner werden. Die Funktion zwischen Erweichungsgrad und Mischwert ist in dem Diagramm Abb. 38 kurvenmäßig dargestellt. Aus dieser Kurve läßt sich wieder die feine Unterteilung der Ordinate ablesen. Es ergibt sich die Tabelle:

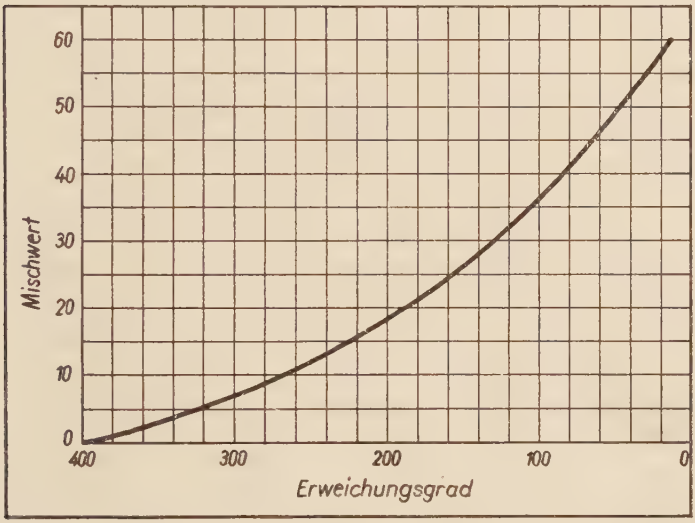


Abb. 38.

Mischwert	*Erweichungsgrad*	*Mischwert*	*Erweichungsgrad*
0	400	12	249
1	380	13	240
2	364	14	232
3	349	15	224
4	336	16	216
5	324	17	208
6	312	18	201
7	300	19	194
8	289	20	187
9	278	21	180
10	268	22	174
11	258	23	168

Mischwert	*Erweichungsgrad*	*Mischwert*	*Erweichungsgrad*
24	162	43	71
25	156	44	67
26	150	45	63
27	144	46	59
28	139	47	55
29	134	48	51
30	129	49	48
31	124	50	45
32	119	51	41
33	114	52	38
34	109	53	35
35	105	54	32
36	100	55	29
37	95	56	26
38	91	57	23
39	87	58	20
40	83	59	17
41	79	60	14
42	75		

Es fällt auf, daß die Ordinateneinteilung nur bis zum Mischwert 60 durchgeführt wurde. Die Einteilung muß hier zu Ende gehen, weil keine Weizen bekannt sind, die gleichzeitig solche geringe Resistenzzeiten und Erweichungsgrade haben. Solche Weizen werden auch wahrscheinlich niemals vorkommen.

16. Das Arbeiten mit dem Mischwertdiagramm.

Die Abb. 39 zeigt das vollständige Diagramm, bei welchem die Mischwertlinien im Verhältnis der in den Tabellen zusammengestellten Größen die Achsen des Systems schneiden. In dem Diagramm ist das Gebiet eingezeichnet, in welchem bisher Weizen beobachtet wurden, und an den Grenzen dieses Gebietes sind verkleinerte Farinogramme eingezeichnet, die eine Vorstellung davon geben,wie dieselben an den einzelnen Stellen aussehen.

Zusammenfassend gesagt, wird jedes Farinogramm als Funktion von Resistenz und Erweichung in Gestalt eines Punktes auf dem Diagramm dargestellt. Mehrere solcher Punkte, deren Werte für Resistenz und Erweichung derartig sind, daß wertmäßige Kompensationen entstehen, sind zu Kurven gleichen Mischwertes zusammengefaßt. Das ganze Diagramm umfaßt 100 solcher Kurven entsprechend den Mischwerten 0 bis 100. Anhand des Diagramms Abb. 39 ist man nun in der Lage, für jedes Farinogramm den Mischwert zu bestimmen. Man liest von dem Farinogramm Resistenz und

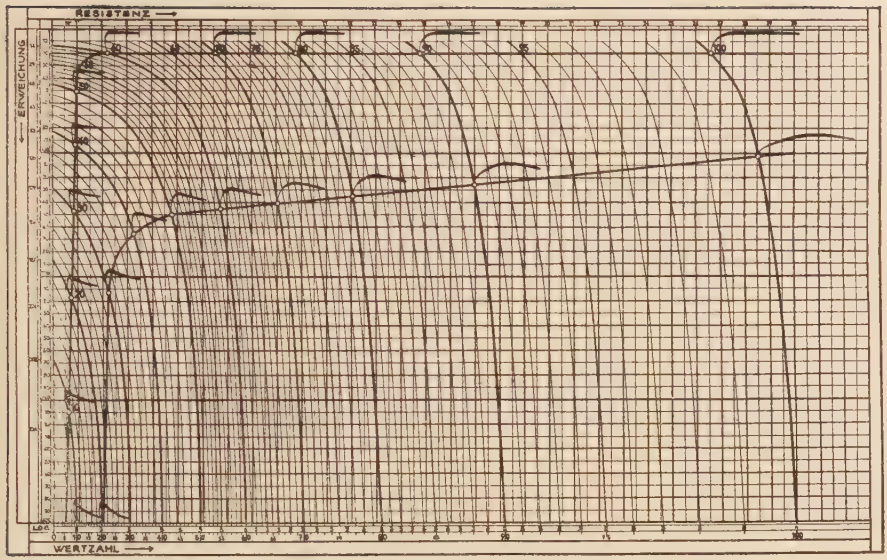


Abb. 39.

Erweichung ab und sucht den entspr. Punkt in dem Diagramm Abb. 39 auf. Die Kurve, auf welcher der Punkt liegt, entspricht dem gesuchten Mischwert. Zum Beispiel habe ein Farinogramm eine Resistenz von 14 und 70 Konsistenzgrade Erweichung, so hat der betr. Weizen den Mischwert 86.

Das Diagramm ist auf Grund der Resultate praktischer Mischversuche aufgestellt worden. Deshalb muß es auch möglich sein, umgekehrt das Resultat einer Mischung anhand des Diagramms zu berechnen. Die Skala des Diagramms ist 100teilig vom schlechtesten bis zum besten Weizen, sodaß die normale, auf Prozenten aufgebaute Mischungsformel[106]) Gültigkeit haben muß. Angenommen ein Müller hat zwei Weizen vorrätig mit den Mischwerten 28 und 75, und er braucht eine Mischung von 50, so ergibt sich nach der Mischungsformel das folgende:

Das heißt also, der Müller muß 22 Teile des Weizens vom Mischwert 75 mit 25 Teilen des Weizens vom Mischwert 28 mischen, um den gewünschten Mischwert von 50 zu erhalten.

Die Richtigkeit dieser Berechnung und damit der ganzen Mischwertskala läßt sich in einfachster Weise durch den praktischen Versuch beweisen, indem von möglichst vielen Weizen farinographisch die Mischwerte bestimmt, die Weizen gemischt und von den Mischungen nochmals die Mischwerte bestimmt werden. Diese Werte müssen dann mit den jeweils aus dem Diagramm errechneten Werten übereinstimmen. Solche Versuche sind in großer Zahl ausgeführt worden mit den verschiedensten Weizen der Erde. Ein besonders geeignetes Land für solche Versuche ist Argentinien, wo sehr verschiedenartige Weizen unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen wachsen. Die weiter unten folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse, welche auf der Saatzuchtanstalt in Pla/Argentinien, unter der Leitung von Enrico Klein[107]) erhalten wurden.

In der ersten Spalte sind die Namen der Sorten verzeichnet, in der zweiten Spalte die festgestellten Mischwerte, in der vierten Spalte die nach der Mischungsformel errechneten Mischwerte, welche beim Mischen der betr. Weizen mit dem Weizen General San Martin mit dem niedrigen Mischwert 25 in einem Verhältnis 1 : 1 entstehen müssen. In der dritten Spalte sind die Mischwerte eingetragen, welche nach Herstellung der Mischung und Anfertigung der Farinogramme tatsächlich gefunden wurden.

Sorte	Mischwert	Mischung 1 : 1 mit der Sorte General San Martin, dessen Mischwert 25 ist.	
		gefundener Mischwert	errechneter Mischwert
Klein-Progreso	83	53	54
Sinvalocho M.A.	80	53	52
Klein-Sinmarq	77	51	51
Klein-Otto Wulff	74	51	49
Marquis O.A.C.	69	54	47
Klein H 74 ac 61	67	44	46
Reliance Seleccion Klein	67	48	46
Klein 75 (g 41)	66	45	45½
Sudoeste F.C.S.	65	45	45
Klein-Piramide	64	46	44½
Klein 33	63	43	44
Klein-Acero (z 14 100)	63	42	44
Klein 66 (k20)	63	41	41
Standard F.C.S.	63	44	44
Tenmarq 57 aOSel. Klein	62	49	43½
Klein-Amalia Klein	62	49	43½
Klein 47 (s 1312)	61	40	43
Lin Calel M.A.	60	42	42½
Kanhard-Buck	60	44	42½

Sorte	Mischwert	Mischung 1 : 1 mit der Sorte General San Martin, dessen Mischwert 25 ist.	
		gefundener Mischwert	errechneter Mischwert
La Prevision 25	60	41	42½
Klein-Granadero	59	42	42
38 M.A. Sel. Klein	59	40	42
Klein 32	58	40	41½
Guatraché M.A.	58	42	41½
Vencelel M.A.	58	40	41½
Barrukan M.A.	58	42	41½
Kanred x 38—47/32	58	42	41½
Guatraché M.A. (Klein)	57	41	41
Utracan M.A.	55	46	40
Kanred, Sel. Klein	55	42	40
Eureka F.C.S.	55	38	40
Sola 50	52	36	38½
La Prevision 34	47	36	36
Clarks Blackhull	45	35	35

In der folgenden Tabelle sind verschiedene andere Mischungen vorgenommen worden.

Sorten	gefundener Mischwert	errechneter Mischwert
50 % Clarks Blackhull mit 50 % 38 M.A. Sel. Klein	48	52
50 % La Prevision 34 mit 50 % Klein Progreso	64	65
50 % Superhard Blackhull mit 50 % Reliance Sel. Kl.	58	58½
50 % Eureka F.C.S. mit 50 % Klein-Otto Wulff	64	64½
50 % Kanred, Seleccion Klein mit 50 % Klein-Sinmarq	63½	66
50 % Vencelel M.A. mit 50 % Sinvalocho M.A.	69	69
⅓ Klein 32, ⅓ Klein-Piramide und ⅓ Sola 50	60	58

Es zeigt sich, daß 82,3 % der Ergebnisse innerhalb einer Streuung von ± 2 Mischwerteinheiten bleiben. In Anbetracht der großen Charakterverschiedenheiten der argentinischen Weizen ist dieses Ergebnis recht gut. Bei Anwendung auf deutsche oder ungarische Weizen wird die Übereinstimmung noch besser. In der Königl. Ung. Getreide- und Mehl-Versuchsstation, Budapest, sind bis zum März 1938 3000 Weizen aus verschiedenen Ernten untersucht worden, wobei sich eine fast 100 %ige Richtigkeit der Valorimeterzahlen herausstellte. Man beabsichtigt daher, das Valorimeter anstelle der bisherigen Weizenbewertung zu setzen. Die Ergebnisse der ungarischen Untersuchungen werden demnächst veröffentlicht werden.

Es ist nun selbstverständlich möglich, die Mischungsberechnung auf drei und mehr Sorten auszudehnen. Hierdurch ist es dem Weizenlieferanten möglich, ganz bestimmte Standardtypen zu verkaufen oder zu exportieren, indem er diese Typen durch Mischen aus verschiedenen Sorten herstellt.

17. Die Konstruktion des Valorimeters.

Um Ablesefehler durch Personen der Praxis, welche mit Kurven- und Diagrammauswertung nicht vertraut sind, möglichst zu vermeiden, ist eine Vorrichtung entwickelt worden, welche die Ablesung des Mischwertes aus den Kurven erleichtern soll. Die Achsen des Diagramms in Abb. 39 haben dieselben Dimensionen wie das Farinogrammpapier, auf welches die Farinographkurven registriert werden, nämlich Minuten auf der Abszisse und Konsistenzgrade auf der Ordinate, nur sind die Maßstäbe verschieden, und die Ordinate des Farinogrammpapieres ist ein Kreisbogen anstatt einer Geraden. Überträgt man nun die Kurvenschar des Diagramms Abb. 39 maßstäblich auf ein Farinogrammpapier, so entsteht die Abb. 40. Wir erinnern uns daran, daß die Erweichung

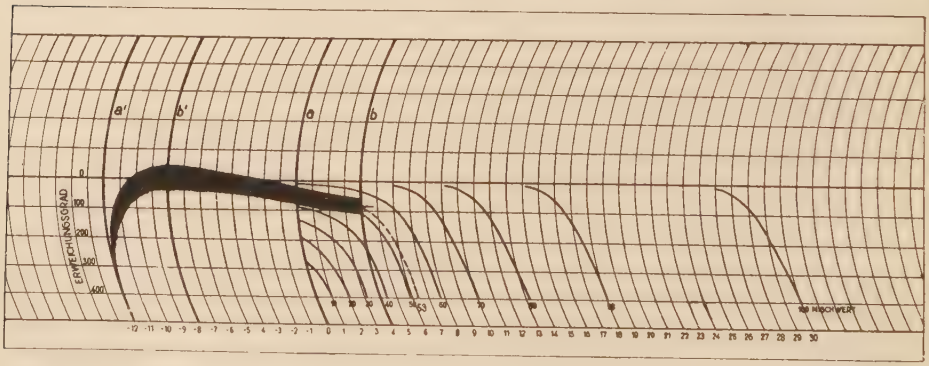


Abb. 40.

12 Min. nach dem Ende der Resistenz gemessen wird, und schieben deshalb den Kurvenbeginn 12 Min. zurück. Eine Kurve beginnt an der Koordinate a′, also bei minus 12 Min. Die Resistenz geht bis —8 bei b′, ist also 4 Min. lang. Die Erweichung wird 12 Min. später bei b gemessen und beträgt 80 Konsistenzgrade. Der Punkt, in

welchem die Erweichung gemessen wird, liegt bei $-8 + 12 = +4$, also genau bei einer Resistenz von 4 Min. Dieser Punkt entspricht dem Mischwert 53.

Läßt man also auf einem so vorbereiteten Farinogrammpapier die Kurve bei minus 12 Min. beginnen, so schneidet die Mittellinie der Bandbreite am Ende der 12-minutigen Erweichung genau diejenige Linie, die dem betr. Mischwert entspricht.

Der nächste Schritt ist in der Abb. 41 wiederggeben. Eine buchartige, aufklappbare Vorrichtung besitzt im oberen Teil ein durchsichtiges Fenster, auf welches die Kurvenschar entsprechend der Darstellung in Abb. 40 aufgetragen ist, wobei jedoch die Bezeich-

Abb. 41.

nungen der Achsen fortgelassen sind und lediglich die Kurvenschar von 0 bis 100 beziffert ist. Auf dem unteren Teil ist der Raster des Farinogrammpapieres zu sehen. Dieser Raster ist z. T. von einem aufklappbaren Cellophanblatt überdeckt. Aus der Abbildung ist zu sehen, daß die obere Kante dieses Cellophanblattes mit der 500er Mittellinie des Farinogrammes abschließt. Die linke Kante des Cellophanblattes hat die gleiche Krümmung wie die Ordinaten des Farinogrammpapiers. 12 Minuten von diesem linken Rand nach rechts befindet sich eine Linie, welche mit der Ab-

schlußlinie am linken Rand der Kurvenschar im Fenster übereinstimmt. Wenn also die Vorrichtung zugeklappt wird, so decken sich diese beiden Linien. Nun wird ein Farinogramm, wie in Abbildung 42 gezeigt, so unter das Cellophanblatt gelegt, daß der

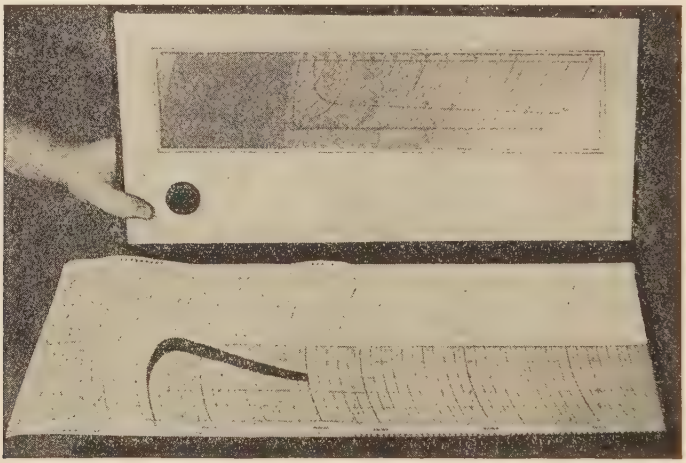


Abb. 42.

Kurvenanfang an der linken Kante des Cellophanblattes liegt. Ferner wird die Kurve so gelegt, daß die obere Kante des Cellophanblattes sich mit der 500er Konsistenzlinie des Farinogrammes deckt, also durch die Mitte der Kurvenbreite bei ihrer höchsten Entwicklung geht. Wird die Vorrichtung nun zugeklappt, Abb. 43, so entsteht genau das gleiche Bild wie in Abb. 40. Um nun das Auszählen der 12 Min. Erweichungsdauer zu erübrigen, ist in dem Oberteil ein durchsichtiger Schieber mit gekrümmten Seiten angebracht, welcher sich leicht vor dem Fenster seitwärts bewegen läßt. Die Breite dieses Schiebers entspricht genau 12 Min. Dieser Schieber wird nun so eingestellt, daß die linke Kante auf das Ende der Resistenz kommt, also dort steht, wo die Kurve gerade beginnt abzufallen. Der Schnittpunkt der rechten Kante mit der Mittellinie des Farinogramms liegt auf derjenigen Bewertungslinie, welche dem betr. Mischwert entspricht.
Auf diese Weise ist es möglich, von einem Farinogramm den Mischwert zu bestimmen, ohne Resistenz oder Erweichung als Zahlen überhaupt bestimmt zu haben.

Eine Reihe solcher als „Valorimeter" bezeichneter Vorrichtungen sind von vielen maßgeblichen Stellen in der Welt inbezug auf Zuverlässigkeit geprüft worden. Die bereits erwähnten Ergebnisse zeigen, daß mit dem Valorimeter ein weiterer Schritt zur Weizenqualitätsbestimmung getan ist.

Abb. 43.

IV. Teil.

Der industrielle Weizenwert.

1. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehles.

Mit dem Mischwert ist einer der wichtigsten Faktoren erfaßt, welche den industriellen Wert und damit den Preis des Weizens bestimmen. Er ist aber nicht der einzige Faktor, und es sollen im weiteren mehrere Wertfaktoren behandelt werden, welche jedoch z. Zt. noch nicht alle im Weizenhandel berücksichtigt werden.

Im Laufe der Gemeinschaftsarbeit mit den verschiedensten Weizenfachleuten der Welt, welche der Erprobung des Valorimeters galt, wurde zuerst von dem Saatzüchter Klein, Pla [107]), Argentinien, darauf hingewiesen, daß die Wasseraufnahmefähigkeiten der Weizen große Unterschiede aufweisen. Klein hatte Weizen gezüchtet, deren Mehle sich durch besonders hohe Wasseraufnahmen auszeichneten. Französische Züchtungen, welche fast die gleichen valorimetrischen Mischwerte hatten wie die argentinischen, hatten wesentlich niedrigere Wasseraufnahmen.

Die folgende Tabelle gibt einen Vergleich mehrerer Weizen mit gleichen Mischwerten, aber verschiedenen Wasseraufnahmen.

Niedrige Wasseraufnahmen.			*Hohe Wasseraufnahmen.*		
Sorten-bezeichng.	*Misch-wert*	*% Wasser-aufnahme*	*Sorten-bezeichng.*	*Misch-wert*	*% Wasser-aufnahme*
Hybride 1937 Bourasseau (franz.)	26	51,0	General San Martin (argentin.)	25	56,1
Bon Moulin 1937 Nicolleau (franz.)	32	51,6	Mischung: General San Martin m. Clarks Blackhull (argent.)	35	62,9
Bon Moulin 1937 Pékin Bélair (franz.)	36	51,0	Mischung: General San Martin m. La Prevision 34 (argent.)	36	58,1
Lilo Chatelain 1936 (franz.)	38	50,0	Mischung: General San Martin m. Eureka F.C.S. (argent.)	38	56,7
Guter franz. Landweizen aus dem Zentrum	44	51,2	Clarks Blackhull (argent.)	45	69,0
Giffir Jausset 1937 (franz.)	54	55,0	Varieté 422 Marokko	52	63,0
Providence 36 Breuil (franz.)	57	53,6	Guatraché M.A. Klein (argent.)	57	59,6

Die Frage muß geklärt werden, wie sich verschiedene Wasseraufnahmen auf den industriellen Wert auswirken. Angenommen ein Mehl nimmt 60% Wasser auf gemäß der farinographisch ermittelten Titrierkurve, so kann der Bäcker zu 100 kg Mehl 60 kg Wasser geben, um einen Teig von normaler Konsistenz zu erhalten. Er bekommt also aus 100 kg Mehl 160 kg Teig, die er zu Brot verbacken kann. Nimmt das Mehl aber nur 50% Wasser auf, so kann er zu 100 kg Mehl nicht 60 kg Wasser schütten, weil der Teig dann zu dünn würde. Er kann nur 50 kg Wasser zuschütten und erhält nur 150 kg Teig. Um die gleiche Menge von 160 kg Teig zu bekommen, müßte er 106 $^2/_3$ kg Mehl mit 53 $^1/_3$ kg Wasser anmengen. Er braucht also 6 $^2/_3$ kg mehr Mehl, und deshalb ist ihm dieses Mehl weniger wert. Er wird für 106 $^2/_3$ kg des zweiten Mehles nur soviel bezahlen wie für 100 kg des ersteren. Es errechnet sich hieraus, daß das zweite Mehl 6,25% billiger sein muß. Die extremsten Unterschiede, welche bei den Wasseraufnahmen beobachtet wurden, sind 40% bis 80%, wobei 60% dem allgemeinen Durchschnitt entspricht. Die folgende Tabelle führt die Mehl und Wassermengen auf welche erforderlich sind zur Herstellung von 160 kg Teig aus Mehlen mit verschiedenen Wasseraufnahmen und die Wertverringerung bzw. Erhöhung infolge der abweichenden Wasseraufnahmen.

Wasseraufnahme	*Mehlmenge*	+	*Wassermenge*	*Wertverminderung*	*bzw. Erhöhung*
40 kg	114,3 kg	+	45,7 kg	— 12,5 %	
42 „	112,7 „	+	47,3 „	— 11,25 %	
44 „	111,1 „	+	48,9 „	— 10,0 %	
46 „	109,6 „	+	50,4 „	— 8,75 %	
48 „	108,1 „	+	51,9 „	— 7,5 %	
50 „	106,7 „	+	53,3 „	— 6,25 %	
52 „	105,3 „	+	54,7 „	— 5,0 %	
54 „	103,9 „	+	56,1 „	— 3,75 %	
56 „	102,6 „	+	57,4 „	— 2,5 %	
58 „	101,3 „	+	58,7 „	— 1,25 %	
60 „	100,— „	+	60,0 „	0	
62 „	98,8 „	+	61,2 „		+ 1,25 %
64 „	97,6 „	+	62,4 „		+ 2,5 %
66 „	96,4 „	+	63,6 „		+ 3,75 %
68 „	95,2 „	+	64,8 „		+ 5,0 %
70 „	94,1 „	+	65,9 „		+ 6,25 %
72 „	93,0 „	+	67,0 „		+ 7,5 %
74 „	92,0 „	+	68,0 „		+ 8,75 %
76 „	90,9 „	+	69,1 „		+ 10,0 %
78 „	89,9 „	+	70,1 „		+ 11,25 %
80 „	88,9 „	+	71,1 „		+ 12,5 %

Es zeigt sich also, daß je 2% Änderung in der Wasseraufnahme eine Preisänderung des Mehles um 1,25% bedingt. Diese Wertbeeinflussung des Mehles wirkt natürlich zurück auf den Weizen. Der Weizen besteht aber nicht restlos aus Mehl, sondern kann im höchsten Fall, wie z. Zt. in Deutschland, nur bis etwa 80% an Mehl hergeben. Bei den verbleibenden 20% an Kleien und Futtermitteln, die zur Viehfütterung dienen, spielt die Wasseraufnahme keine Rolle. Der wertverändernde Einfluß der Wasseraufnahme darf daher beim Weizen nur zu 80% zur Geltung kommen, und es ergibt sich somit die glatte Rechnung, daß der Weizenpreis um je 1% steigen oder fallen darf für je 2% mehr oder weniger Wasseraufnahme des Mehles über oder unter 60%, wobei 60% dem Durchschnittswert entspricht.

Es sei darauf hingewiesen, daß dieser Einfluß der Wasseraufnahmefähigkeit nur von wenigen Großmühlen, welche sehr fortschrittlich bewirtschaftet werden, berücksichtigt wird und im übrigen noch nicht hinreichend erkannt worden ist.

2. Der Besatz des Weizens.

Jeder Weizen, welcher vom Felde kommt, ist — wie bereits erwähnt — mit Fremdkörpern, Unkrautsamen usw., welche zusammengefaßt als Besatz bezeichnet werden, verunreinigt. Der Besatz verringert selbstverständlich den Wert des Weizens. Als normal gilt eine Menge von 2% Besatz. Für jedes Prozent mehr muß 1% vom Preis abgezogen werden, wie es auch meistens geschieht.

3. Der Wassergehalt des Weizens.

Ganz anders als der Besatz wird der Wassergehalt des Getreides gehandhabt. Obwohl Wasser genau so wertlos ist wie der Besatz, wird nur selten darauf Rücksicht genommen. Argentinien bemüht sich seit einem Jahr um die Berücksichtigung des Wassergehaltes bei der Preisbildung [22]).

In den übrigen Ländern spielt der Wassergehalt hauptsächlich eine Rolle bei der Lagerfähigkeit. Weizen mit mehr als 15% Wasser wird bei der Lagerung muffig und verdirbt; deshalb wird von allen großen Lagerhäusern und Mühlen die Feuchtigkeit des einzulagernden Weizens bestimmt. Wird der Feuchtigkeitsgehalt zu hoch befunden, so muß der Weizen getrocknet werden.

Den Müller interessiert der Wassergehalt bei der Vorbereitung des Weizens für die Vermahlung, weil der Weizen sich am besten bei einer Feuchtigkeit von ca. 17,0% vermahlen läßt. Der Müller muß also wissen, wieviel Wasser zuzugeben ist, um diesen günstigsten Wert zu erreichen.

Als wertbeeinflussender Faktor wird das Wasser durchaus ungenügend berücksichtigt. Nimmt man den durchschnittlichen Wassergehalt des Weizens mit 14% als normal an, so müßte für je 1% mehr oder weniger entsprechend 1% vom Weizenpreis ab- oder zugezählt werden.

4. Härte des Weizens.

Ein in ganz anderer Richtung liegender Faktor, welcher beim Weizenhandel berücksichtigt werden müßte, ist die Härte. Je härter ein Weizen ist, umso stärker ist, wie bereits erwähnt wurde, bei der Vermahlung die Grießbildung. Die Grießbildung geht zweifellos einigermaßen parallel mit der Kornausbeutefähigkeit [108]). Die Parallele ist aber nicht absolut vorhanden, weil die Spaltausbildung des Kornes noch einen Einfluß ausübt. Die Härte kann daher nicht als absolutes Maß für die Ausbeutefähigkeit dienen, aber sie gibt einen rohen Anhaltspunkt.

Die Grießbildefähigkeit ist aber darüber hinaus von großer Bedeutung für diejenigen Mühlen, welche das große Gebiet der Nudeln- und Makkaroni-Industrie beliefern. Für die Herstellung dieser Teigwaren ist nur grießförmiges Mehl verwendbar. Die beliefernden Mühlen sind also daran interessiert, solche Weizensorten zu verarbeiten, die eine große Grießbildung haben. Hierfür gibt ihnen die Härte des Weizens einen zuverlässigen Maßstab.

Der für diesen Zweck gebaute Brabender Härteprüfer [37]) ist ganz abweichend von allen Apparaten gebaut, die allgemein als Härteprüfer bekannt sind. Es wird mit diesem Apparat nicht die Druckhärte, sondern der Vermahlungswiderstand gemessen. Abb. 44 zeigt schematisch die Wirkungsweise. Das zu untersuchende Getreide wird in dem Mahlsystem 1 vorgebrochen und fällt durch die Rohre 4 auf das Mahlsystem 5. Der Widerstand, den das Material in dem System 5 der Zerkleinerung entgegensetzt, wird gemessen und registriert. Die Meßkraftübertragung ist genau so wie bei dem Farinographen. Der Maßstab der Härte ist daher auch der

gleiche wir für den Farinographen. Die Diagrammbreite umfaßt 1000 Einheiten der Härte — Brabender Härtegrade.

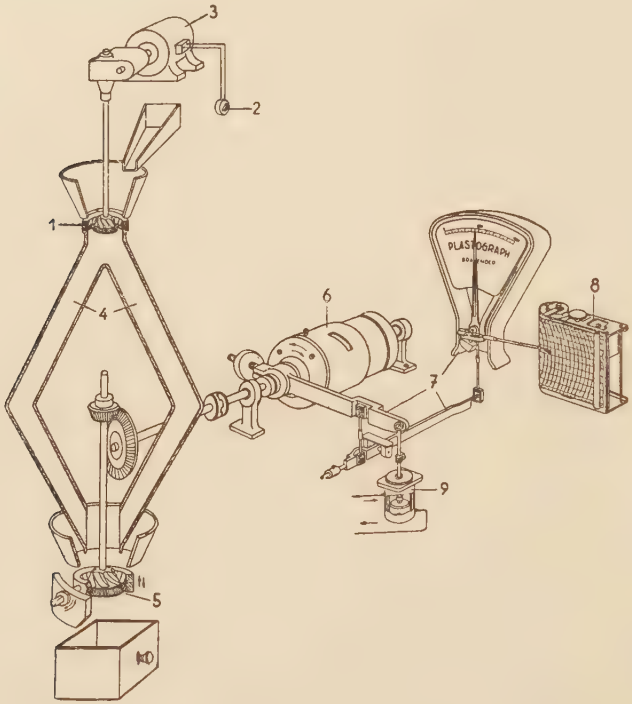


Abb. 44.

Der Härtegrad eines Weizens wird beeinflußt von dem Feuchtigkeitsgehalt desselben. Die Abb. 45 zeigt die Beziehungen zwischen verschiedenen Weizen, die künstlich auf verschiedene Wassergehalte gebracht wurden, und deren Härten. Alle Weizen werden mit steigendem Wassergehalt weicher, aber der Einfluß des Wassers ist nicht bei allen Weizen gleich. Es ist also nicht möglich, etwa einen Faktor zu finden, der eine Umrechnung der Härte bei einer bestimmten Feuchtigkeit auf eine andere ermöglicht. Es müssen daher alle Weizen bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt untersucht werden. Als Norm eignet sich die mittlere Vermahlungsfeuchtigkeit von 17,0%. Hat man einen trockenen Weizen mit der notwendigen Menge Wasser versetzt, so muß man dem

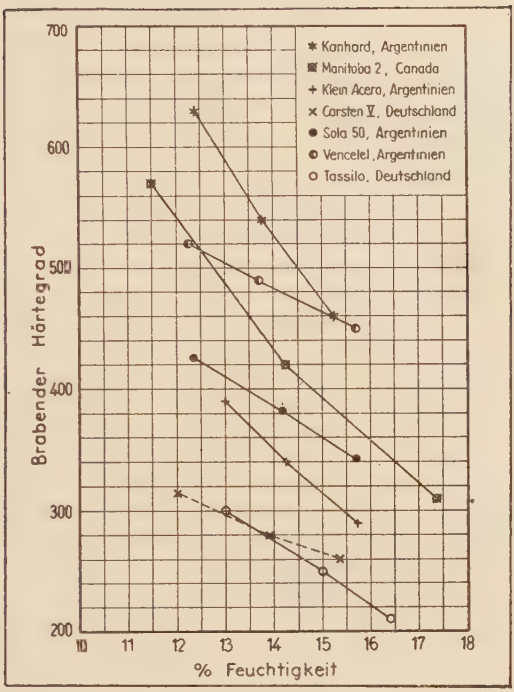


Abb. 45.

Wasser Zeit genug geben, das Korn gleichmäßig zu durchziehen. Als Norm kann die Zeit gelten, mit der in den Mühlen durchschnittlich gerechnet wird, das ist 24 Stunden. Vermahlungsversuche an Weizen mit verschiedenen Härtegraden ergaben Grießausbeuten, wie sie in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind:

Härtegrad	800	750	680	610	610	560	510
Anfall an groben Grießen nach dem I. Schrot	31,3 %	28,9 %	30,5 %	27,9 %	25,5 %	23,4 %	21,6 %
Anfall an groben Grießen nach dem II. Schrot	17,2 %	16,8 %	13,0 %	11,5 %	12,5 %	7,8 %	7,3 %
Zusammen:	48,5 %	45,7 %	43,5 %	39,4 %	38,0 %	31,2 %	28,9 %

Je nach der Einrichtung der Mühle können die Grießausbeuten etwas schwanken, aber die Parallele zur Härte ist eindeutig.

5. Der Klebergehalt.

Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß die Klebermenge selbst kein Maßstab für die Qualität des Weizens ist, weil die Qualität des Klebers selbst dabei eine Rolle spielt. Zwei Weizen mit einem gleich hohen Mischwert von z. B. 75 können ganz verschiedene Klebermengen haben. Der eine kann 35% eines sehr guten Klebers haben, während der andere 50% eines schlechten Klebers hat. In dem ersten Fall wird der hohe Mischwert durch die hohe Qualität des Klebers erreicht und im zweiten Fall durch die große Menge. Gelänge es nun, die große Menge des schlechten Klebers qualitativ zu verbessern, so würde man tatsächlich einen Weizen bzw. ein Mehl bekommen, welches demjenigen mit dem wenigen guten Kleber überlegen wäre. Das ist auch unter gewissen Vorbehalten möglich.

Als erstes steht fest, daß an der Gärtoleranz nichts verbessert werden kann. Man kann aber das Verhältnis von Dehnbarkeit zu Dehnwiderstand des Teiges beeinflussen [43]) und damit die Brotform verändern. Teige mit großer Dehnbarkeit, welche das Ergebnis zu weicher Kleber sind, geben häufig niedrige, breite Gebäcke, während solche mit verkürzter Dehnbarkeit die beliebtere hohe, schmale Form ergeben. Diese Beeinflussung des Klebers ist möglich durch Chemikalienzugabe oder durch Behandlung mit Wärme und Feuchtigkeit.

Die Chemikalienbehandlung ist aber in vielen Ländern wie Frankreich, Schweiz, Italien u. a. m. gesetzlich untersagt, und die Wärme-Feuchtigkeitsbehandlung des Weizens verlangt kostspielige Einrichtungen die nur in einer beschränkten Anzahl von Mühlen vorhanden sind.

Die Klebermenge ist also ein Faktor, welcher für diejenigen, welche ihn gebrauchen können, interessant ist, während diejenigen, welche keine Möglichkeit haben, den Kleber zu verändern, diejenigen Weizen vorziehen, welche eine zwar kleinere, aber qualitativ hochwertigere Klebermenge enthalten. Die Klebermenge kann daher nicht als wertbestimmender Faktor in die Weizenbewertung eingehen, aber sie muß als orientierender Faktor erwähnt werden.

6. Die Teigentwicklungszeit.

Ganz ähnlich ist die Sachlage bei der Teigentwicklungszeit. Wie erwähnt wurde, kann durch entsprechende Behandlung eine

lange Teigentwicklungszeit in eine kürzere umgewandelt werden, ohne daß sich der Mischwert ändert. Für den Bäcker ist aber die Dauer der Entwicklungszeit nicht gleichgültig, und wenn er an eine kurze Dauer gewöhnt ist, so muß ihm der Müller entsprechende Mehle liefern. Hat der Müller Weizen mit langer Teigentwicklungszeit eingekauft, ohne die nötigen Einrichtungen zur entsprechenden Änderung der Klebereigenschaften in seiner Mühle zu besitzen, so wird er kein Mehl herstellen können, welches seine Abnehmer befriedigt. Solchen Müllern ist es daher wichtig, vor dem Weizeneinkauf zu wissen, wie die Teigentwicklungszeit ist. Deshalb muß, genau wie beim Kleber, die Teigentwicklungszeit zur Orientierung angegeben werden, ohne daß sie mischwertbestimmend wird.

7. Der Auswuchs.

Eine besondere Rolle spielen die erkrankten Weizen, wobei unter dem Erkranktsein nicht Eigenschaften zu verstehen sind, welche die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden, sondern Fehler, welche minderwertige Gebäcke hervorrufen. Der häufigste Fehler ist der bereits genannte Auswuchs, also das Auskeimen der neuen Frucht im Halme, auf dem Felde oder in der Scheune. Der Getreidekern, welcher von dem Menschen zur Mehlbereitung benutzt wird, ist von der Natur vorgesehen als Nahrungsspeicher für die Pflanze, die im jeweiligen Frühjahr aus dem Keimling wachsen soll. Um die Zeit vom Herbst bis zum Frühjahr zu überdauern, hat die Natur die Nährstoffe in eine indifferente Form von Stärke und Protein gebracht, die in dieser Form von der jungen Pflanze nicht aufgenommen werden können. Wenn nach dem Überwintern in der kalten und feuchten Erde die Wärme durchdringt, beginnt der Keim zu arbeiten und läßt Enzyme in den Nahrungsspeicher eindringen, welche Stärke und Eiweiß peptisieren, sodaß sie von der jungen Pflanze aufgenommen werden können [109]) [110]). Beginnt der Keimling infolge von Wärme und Feuchtigkeit sofort nach dem Reifen der Frucht auf dem Halm bereits zu wirken, so werden dann schon die Enzyme in den Mehlkern getrieben. Der Bauer wird selbstverständlich mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln versuchen, diesem beginnenden Keimen so schnell wie möglich ein Ende zu machen, wenn es ihm nicht gelungen ist, ihm vorzubeugen. Er wird z. B. den eingebrachten Weizen scharf trocknen, wodurch der werdenden Pflanze das nötige Wasser entzogen wird,

und das Auskeimen aufhört. Die Enzyme, welche in den Mehlkern eingedrungen sind, werden auch sofort inaktiviert, d. h. es findet kein weiterer Abbau von Stärke und Eiweiß statt, aber die Enzyme bleiben im Mehlkern und gelangen bei der Vermahlung des Getreides in das Mehl. Die Anwesenheit dieser Enzyme ist am normalen, trockenen Mehl mit keinen Mitteln nachweisbar. Aber wenn das Mehl zu Teig verarbeitet wird, wobei zu der Wärme der Backstube das Anteigwasser tritt, werden die Enzyme wieder aktiv. Der Abbau der Mehlbestandteile setzt sofort wieder ein, und der Teig nimmt auf kurz oder lang einen weichen, klebrigen Charakter an, so daß eine Verarbeitung zu Brot sehr erschwert oder gar unmöglich wird.

Bei den leichteren Fällen des Auswuchses gehen vornehmlich Enzyme diastatischer Natur in den Mehlkern hinein und bauen bei der späteren Teigbereitung nur die Stärke ab, während der Kleber nicht angegriffen wird. Solche Mehle lassen sich in geringen Mengen mit gesunden Mehlen vermischen und erzeugen eine stärkere Kohlensäure-Entwicklung bei der Gärung, die oft sogar erwünscht ist. Bei stärkerem Auswuchs tritt jedoch zu der diastetischen noch die proteolytische Enzymtätigkeit, welche den Kleber zerstört. Solche Mehle geben keine befriedigenden Gebäcke mehr.

8. Der Wanzenweizen.

Eine andere Krankheit ist die Wanzenstichigkeit. Die Urheberin dieser Krankheit ist eine Wanze, die zu Unrecht den Namen „Weizenwanze“ erhalten hat. Es handelt sich um die Gattung der Breitbauchwanzen (Eurygaster) und der Spitzlinge (Aelia), die zu der großen Familie der Schildwanzen (Pentatomiden) gehören [111]). Der Weizen ist nicht ihre spezifische Nährpflanze, im Gegenteil, sie hält sich in erster Linie an anderen Gräsern auf und fällt nur dann den Weizen an, wenn sie infolge besonderer Umstände dazu gezwungen ist. Diese Umstände ergeben sich dann, wenn zur Zeit der Milchreife des Weizens eine große Trockenheit auftritt. Die Wanze findet dann nicht genug Nahrung und fällt die halbreifen Weizenkörner an. Mit ihrem Rüssel sticht sie ein Loch in das Korn, spritzt Enzyme hinein, welche den sich festigenden Mehlkern an der Einstichstelle wieder verflüssigen, sodaß die Wanze die Lösung aufsaugen kann. Die eingespritzten Enzyme sind vornehmlich proteolytischer Art [112]). Nachdem die Wanze das Korn verlassen hat, bleiben die Enzyme zurück. Infolge des durch die Trockenheit

bedingten Wassermangels und des fortschreitenden Festwerdens des Korninhaltes werden die Enzyme in ihrer Tätigkeit mehr oder weniger gehemmt und schließlich inaktiviert.

An den geernteten, reifen Körnern kann man den Einstich deutlich sehen als feinen schwarzen Punkt, welcher von einem gelben Hof umgeben ist. Der Hof ist manchmal nur sehr klein, wenn die Enzyme schnell inaktiviert wurden, oder er umfaßt die halbe Kornoberfläche, wenn die Zerstörung bereits im Korn weit fortschreiten konnte. Diese im Korn verbliebenen Enyme werden bei der Teigbereitung in genau derselben Weise aktiv wie bei dem Auswuchsweizen [113]).

9. Der farinographische Nachweis kranker Weizen.

Mit dem Farinographen können diese Schädigungen sehr deutlich beobachtet werden durch Herstellung der Abstehkurven. Es ist sogar möglich, festzustellen, ob die Schädigung diastatischer oder proteolytischer Art ist und vor allen Dingen, wie schwer die Schädigung ist [114]).

Um eine Schädigung als solche festzustellen, benötigt man die Abstehkurven nicht. Zunächst kann man durch Betrachten des Getreides den Auswuchs an den Veränderungen des Keimlings sehen und die Wanzenstichigkeit an den gelben Flecken. Beobachtet man etwas Derartiges, so muß selbstverständlich eine Abstehkurve gemacht werden, um die Größe der Schädigung festzustellen. Handelt es sich um die Untersuchung von bereits ermahlenem Mehl, so ist schon an der Farinograph-Normalkurve eine Schädigung zu erkennen. Durch das Kneten werden die Enzyme so schnell und intensiv mit allen Teilchen des Teiges in Berührung gebracht, daß ihre Wirkung schon während der kurzen Dauer des Knetens sichtbar wird [115]). Alle Kurven, welche eine plötzliche Richtungsänderung oder starke Bandverschmälerung aufweisen, deuten darauf hin, daß die betr. Weizen enzymatische Fehler haben.

Abb. 46 zeigt zum Vergleich Normal- und Abstehkurve eines gesunden Weizens. Die Normalkurve verläuft glatt, und die Abstehkurve zeigt den gewohnten geringen Abfall. Abb. 47 zeigt die Kurven eines proteolytisch geschädigten Weizens, welcher einen hohen Mischwert entfaltet hätte, wenn der Teig nicht durch einen enzymatischen Fehler zum vorzeitigen Zusammenbruch gekommen wäre. Die Abstehkurve zeigt den totalen Zusammenbruch

der Stabilität. Abb. 48 zeigt die Kurven eines diastatisch geschädigten Weizens. Auch hier ist die plötzliche Richtungsänderung und Bandverschmälerung deutlich zu sehen. Die Abstehkurve bestätigt die Schädigung durch den starken Abfall der Teigkonsistenz.

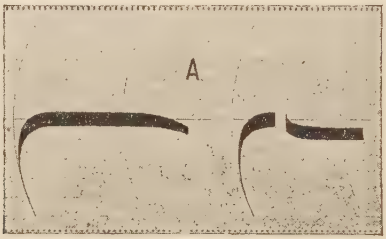


Abb. 46.

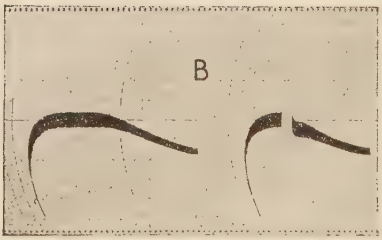


Abb. 47.

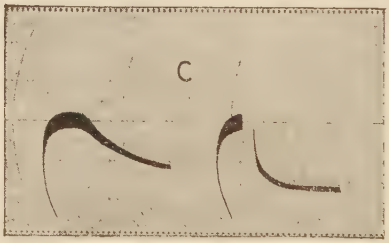


Abb. 48.

10. Die Hitzeschädigung.

Eine Schädigung anderer Art ist diejenige durch Hitze. War ein Weizen während der Reife bei Wassermangel einer großen Hitze ausgesetzt, so nimmt der Kleber Eigenschaften an, die man in der Praxis mit dem Ausdruck „kurz" belegt hat. Ein Teig aus einem solchen Mehl hat keine Elastizität und keine Dehnbarkeit. Wenn man daran zieht, so reißt er „kurz" ab. Der ausgewaschene Kleber ist grießig, hat keinen Zusammenhang und reißt ebenso kurz wie der Teig. Die Gebäcke bleiben klein und gehen nicht auf. Die entwickelte Kohlensäure kann sich nicht in elastischen Teigporen sammeln und dieselben dehnen, sondern dringt durch Risse nach außen. Solche kurzen Mehle können auch künstlich entstehen durch unvorsichtige Hitzebehandlung der Weizen oder der Mehle.

Diese minderwertigen Mehle lassen sich auch in der Farinograph-Normalkurve deutlich erkennen. Zunächst haben sie eine kurze Teigentwicklungszeit, die in eine Spitze ausläuft, an welche sich nach einem kleinen Konsistenzrückgang die Stabilität anschließt. Abb. 49 B zeigt eine solche Kurve. Beim Auftreten einer solchen Kurve müssen die Extensogramme angefertigt werden, die über den Grad der Hitzeschädigung Aufschluß geben. Abb. 49 B zeigt auch dieses Extensogramm. Die Kurven gehören zu einem Weizenmehl, welches 1 Stunde bei 75° und 80% rel. Luftfeuchtigkeit zu stark hitzebehandelt wurde. Zum Vergleich sind in Abbildung 49 A die Kurven eines gesunden Mehles wiedergegeben.

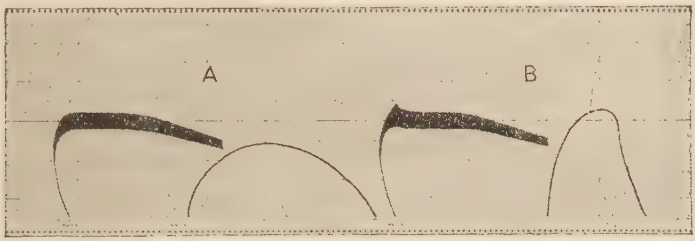


Abb. 49.

11. Die Bewertung kranker Weizen.

Es wäre nun denkbar, anhand der Abstehkurven, welche die Schwere der Schädigung eindeutig erkennen lassen, eine Skala aufzustellen, mit der diese geschädigten Weizen in einen wertmäßigen Vergleich zu den gesunden Weizen gebracht würden. Ein solcher Versuch könnte aber gar keinen Nutzen bringen, denn kranke Weizen müssen ganz anderen Wertbegriffen unterliegen als gesunde. Unter normalen Verhältnissen, wo kranke Weizen selten auftauchen, haben sie gar keinen Wert, es sei denn als Viehfutter. Anderseits, wenn ganze Länder von Mißernten betroffen werden und geschädigte Weizen die Norm sind, dann wird ihr Wert fühlbar, und die allgemeinen Richtlinien, welche den Wert eines Weizens angeben, müssen den herrschenden Ausnahmezuständen angepaßt werden.

Ähnlich verhält es sich mit denjenigen Weizen, welche durch falsche Behandlung muffig geworden, angeschimmelt usw., also

kurz gesagt, verdorben sind. Weizen, welche von Kornkäfern (Calendra Granaria) befallen sind, verlieren infolge von Substanzverlust sehr schnell ihren Wert, wenn der Weiterentwicklung des Käfers nicht durch Vergasungen mit Blausäure, Nikotin, Chlorpikrin oder dergl. entgegengewirkt wird. Alle modernen Getreidespeicher sind heutzutage mit solchen Vergasungsanlagen ausgerüstet. Solche kranken Weizen können nicht mit normalen Maßstäben bewertet werden [116]).

Wenn wir hier von der Bestimmung des industriellen Weizenwertes sprechen, dann darf sich das nur auf gesunde Weizen beziehen; auf die kranken kann nur insofern Rücksicht genommen werden, als auf deren Auftreten Obacht gegeben wird und sie von der allgemeinen Bewertung ferngehalten und der speziellen Bewertung überlassen werden.

12. Die Zusammenfassung der wertbestimmenden Eigenschaften.

Wir haben hiermit die farinographische Weizenbewertung zu Ende gebracht und können dieselbe zusammenfassen, wobei alle besprochenen Punkte, jedoch in anderer Reihenfolge, zu einem abgeschlossenen Ganzen aneinandergereiht werden.

1. Der äußere Gesundheitszustand, Geruch usw. wird festgestellt.
2. Der innere Gesundheitszustand, Enzym- und Hitzeschädigung wird festgestellt.

Ist zu diesen beiden Punkten etwas Ernsthaftes zu notieren, so ist der Weizen als krank zu bezeichnen und abseits von der normalen Bewertung zu behandeln.

3. Der valorimetrische Mischwert wird bestimmt, welcher dem Weizen seine Wertbasis, seinen Grundpreis, gibt, auf den sich alles weitere aufbaut.

Der Mischwert ist die Basis, auf der die Weizen der ganzen Welt miteinander verglichen werden können. Er ersetzt die zahlreichen Phantasienamen des Handels, unter denen man sich nichts vorstellen kann und die weder etwas reproduzierbar Konstantes noch Kontrollierbares ausdrücken. Er ist eine einfache Zahl, die in allen Ländern der Erde das Gleiche bedeutet, nach der man in allen Ländern in gleicher Weise rechnen, mischen und bezahlen kann. Der Mischwert ist eine an allen Stellen der Erde mit eichbaren Geräten reproduzierbare und kontrollierbare Zahl.

4. Die Wasseraufnahme, welche mit 60% als normal gilt, wird notiert. Für je 2% mehr oder weniger wird 1% des Weizenpreises zu- oder abgerechnet.
5. Der Besatz des Weizens wird bestimmt, wobei 2% normal sind. Jedes Prozent mehr vermindert den Weizenpreis um 1%.
6. Der Feuchtigkeitsgehalt wird bestimmt, wobei als normal 14% angenommen wird. Jedes Prozent mehr oder weniger vermindert oder erhöht den Weizenpreis um 1%.

Aus den Punkten 3 bis 6 errechnet sich der Marktpreis des Weizens.

7. Der Härtegrad bei 17,0% Feuchtigkeit wird bestimmt, um den Grießmühlen, die Nudel- und Makkaronifabriken beliefern, eine Richtlinie zu geben. Außerdem ermöglicht der Härtegrad, Rückschlüsse zu ziehen auf die Ausbeutefähigkeit des Kornes. Dieses Verfahren ist nicht absolut richtig, aber es gibt z. Zt. nichts Besseres
8. Die Klebermenge wird bestimmt, um denjenigen Ländern und Mühlen, die Kleberverbesserungen vornehmen können und wollen, die Auswahl der Weizen zu erleichtern.
9. Die Teigentwicklungszeit wird bestimmt, um denjenigen, welche in dieser Hinsicht auf ihre Abnehmer Rücksicht nehmen müssen, die Auswahl der Weizen zu erleichtern.

Ein Attest zur Bekanntgabe des industriellen Weizenwertes mit Preisberechnung würde dann etwa wie folgt aussehen:

1. äußerer Gesundheitszustand.
   a) Geruch:
   b) Aussehen:
   c) Sonstiges:
   Befund: gut.
2. innerer Gesundheitszustand.
   a) Auswuchs:
   b) Wanzenstichigkeit:
   c) Hitzeschädigung:
   d) Sonstiges:
   Befund: gut.
3. Valometrischer Mischwert: 56.

notiert am 5. 2. 38 an der Börse zu . . . je Tonne mit
RM 190.—

4. Wasseraufnahme: 66%
   Dem Börsenpreis sind zu- oder abzurechnen: + 3%
5. Besatz: 3%
   Dem Börsenpreis sind abzurechnen: — 1%
6. Feuchtigkeit: 12%
   Dem Börsenpreis sind zu- oder abzurechnen: + 2%
   Die Korrektur des Börsenpreises beträgt insgesamt: + 4%
   Der korrigierte Börsenpreis je Tonne beträgt: RM 197,60
7. Härtegrad: 420
8. Naßklebermenge: 35%
9. Teigentwicklungszeit: 4,2 Min.

Schluß.

Es ist in dieser Arbeit versucht worden, diejenigen Begriffe zu klären, welche die Qualität eines Weizens ausmachen. wobei wir feststellen mußten, daß die Ansichten über diese Begriffe weit auseinander gehen. Die Bildung einer einheitlichen Richtung in der Qualitätsbewertung steht noch in den Anfängen, obwohl die Notwendigkeit einer Regelung immer deutlicher hervortritt.

Die Versuche sind geschildert worden, welche bisher unternommen wurden, um der wachsenden Notwendigkeit nachzukommen. Unter Berücksichtigung der als richtig erkannten älteren Ansichten und Ausschaltung der irrigen ist versucht worden, unter Zuhilfenahme der Farinographie eine Methodik herauszuarbeiten, welche eine möglichst gerechte Beurteilung der Weizen aus aller Welt gestatten soll.

Die Versuche gipfelten in der Konstruktion der als „Valorimeter" bekanntgewordenen Vorrichtung, mit welcher z. Zt. an verschiedenen wissenschaftlich arbeitenden Instituten der Welt erfolgreich gearbeitet wird.

Wenn der fortschreitenden Erkenntnis über den Weizen mit dieser Arbeit eine Hilfe geleistet wurde und neue Erfahrungen durch sie erworben werden können, so kann ihr Zweck als erfüllt angesehen werden.

Schrifttum.

1. *Neumann, M. P.:* Brotgetreide und Brot, 1929, S. 18.
2. *Bailey, C. H.:* The chemistry of wheat flour, 1925, S. 13—15.
3. *Boland, M.:* Mémoire sur les moyens de reconnaître et d'apprévier les propriétés panifiables de la farine de froment à l'aide de l'alcuromètre, instrument inventé par M. Boland. Bul. soc. encour. ind. nat. 1848, S. 704—709. (Zitiert von Bailey.)
4. *Kosutany, T.:* Der ungarische Weizen und das ungarische Mehl, 1907, S. 160.
5. *Eckardt:* Ansprüche an die Weizen- und Weizenmehlqualitäten bei den verschiedenen Gebäckarten. Das Mühlenlaboratorium, Sonderdruck: Bericht über die Diskussionstagung Weizen- und Weizenmehlqualität am 27. und 28. Januar, 1933, S. 9.
6. *Petzold:* Die Ansprüche an die Weizen- und Weizenmehlqualitäten und Gebäckarten in den verschiedenen Gebieten Deutschlands. (l. c. bei 5) S. 12.
7. *Platt:* 20th annual meeting of the A.A.C.C. (American Association of Cereal Chemists), Proceedings, 1934, S. 46.
8. *Götze:* Getreidestandardisierung, Fortschritte der Landwirtschaft, 1929, S. 723.
9. *Galter, E.:* Weizenbewertung auf kaufmännischer Grundlage, Das Mühlenlaboratorium, 1933, S. 131—136.
10. *Roemer* und *Pelshenke:* Qualitätsfragen im deutschen Weizenbau und Weizenhandel, 1933, S. 1.
11. *Neumann, M. P.:* Brotgetreide und Brot, 1929, S. 23.
12. *Prohaska, M.:* Studie über das Auskeimen verschiedener Weizensorten, Pflanzenbau, 1932, S. 91—103, 152—160.
13. *Scharnagel, Th.:* Bedeutungsvolle Zusammenhänge zwischen der Mahl- und Backfähigkeit verschiedener Weizensorten. Zeitschrift f. d. ges. Getr., Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1935, S. 13 ff.
14. *Mohs, K.:* Der Aschegehalt und die diesjährige Ernte. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1934, S. 232—234.
15. *Mangels, C. E.:* Studies on test weight and flour yielding capacity of wheats. Cereal Chemistry 1934, S. 231—235.
16. *Zirkel, W.:* Neuzeitliche Betriebskontrolle und -führung. Allgem. Deutsche Mühlenzeitung, 1937, S. 491.
17. *Mohs, K.:* Hektolitergewicht, Mehlausbeute und Asche. Zeitschr. f. d. ges. Getr.-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1936, S. 172 ff.
18. *Brückner, G.:* Vorschläge zur Methodik der Ausbeutebestimmung. Zeitschr. f. d. ges. Getr., Mühlen- u. Bäckereiw., 1936, S. 154 ff.
19. *Bailey C. H.:* The Chemistry of wheat flour, 1925, S. 130—134.
20. *Klemt, G.:* Hektolitergewicht und Wassergehalt, Zeitschr. f. d. ges. Getr.-, Mühl.- u. Bäckereiw., 1933, S. 65 ff.
21. *Hahne:* Beziehungen zwischen Hektolitergewicht, Feuchtigkeitsgehalt und Klebermenge beim Weizen. Zeitschr. f. d. ges. Getr.-, Mühlen- u. Bäckereiw., 1933, S. 82—86.
22. National grain and elevator committee of the Argentine Republic, Description of the official standards for wheat, oats, barley, rye and lin seed, 1936, Buenos Aires.

23. Die Getreidemarktordnung 1937/38, Sonderdruck der Landware, S. 36.
24. *Neumann, M. P.:* Zeitschr. f. d. ges. Getr.-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1922, Heft 1/2.
25. *Neumann, M. P.:* Das spez. Gewicht als Wertmerkmal des Getreides, Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1927, S. 151 ff.
26. *Brückner, G.:* Spezifisches Gewicht statt Hektolitergewicht für die Getreidebewertung, Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1930, S. 56—62, 76—82.
27. *Brückner, G.:* Vom spez. Gewicht des Getreides, seine Ermittlung und seine Eignung als Bewertungsfaktor. Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1933, S. 113—115.
28. *Brückner, G.:* Hektolitergewicht, Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1937, S. 262.
29. *Neumann, M. P.:* Brotgetreide und Brot, 1929, S. 213.
30. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 10 ff.
31. *Maurizio, A.:* Die Nahrungsmittel aus Getreide, 1924, I. Bd., S. 16.
32. *Pelshenke, P.:* Pflanzenbau, 1931, Sept. S. 65.
33. *Grischenko, A. P.:* Das Verhältnis der Bestandteile des Weizenkornes und ihr Aschegehalt, Das Mühlenlaboratorium 1935, S. 182.
34. *Lowig, E.:* Eine neue Methode zur Bestimmung des Schalengehaltes, Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1935, S. 31.
35. *Tague, E. L.:* The solubility of gliadin, Cereal Chemistry, 1925, S. 117 bis 127.
36. *Knyaginichev, M. J.:* Die Beziehungen der physikalischen und chemischen Merkmale des Weizenkornes zur Mehlausbeute. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1932, S. 234 ff.
37. *Gründer, W.:* Struktur und Strukturänderungen, Die chem. Fabrik, 1936, S. 89.
38. *Rüter, R.:* Über die Prüfung der Mehlfarbe, Das Mühlenlaboratorium, 1931, S. 9.
39. *Bailey, C. H.:* The chemistry of wheat flour, 1925, S. 194—227.
40. *Lütteke, P.:* Betrachtungen über den Backversuch, Das Mühlenlaboratorium, 1934, S. 70—71.
41. *Brabender, C. W.:* Der heutige Stand der Mehlqualitätsbewertung, Mehlprobleme, 1932, No. 2.
42. *Ackermann, A.:* Über die Methodik des Backversuches. Das Mühlenlaboratorium, Sonderdruck: Bericht über die Diskussionstagung Weizen- und Weizenmehlqualität am 27. und 28. Januar, 1933, S. 37—40.
43. *Mueller, G.:* Der heutige Stand der Mehlqualitätsbewertung mittels physikalischer Meßverfahren. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1936, S. 104—116.
44. *Schollenberger, I. H.:* Industrial Qualities of Argentine wheat compared with Canadian and United States wheats, Buenos Aires, Sept. 1937.
45. *Brabender, C. W.:* Anforderungen, welche an eine brauchbare Methode zur Weizenstandardisierung gestellt werden müssen. Mehlprobleme, 1935, S. 26—28.
46. *Vermeylen, J.:* Méthodes pour estimer la qualité du blé au point de vue de la valeur boulangère, Comptes-Rendues, 1937, S. 94—106.
47. *Blish, J.:* A rational basis for the standardization of the Experimental baking test. Cereal Chemistry, 1927, S. 149—155.
48. *Treloar and Larmour,* Variability of loaf volume in experimental baking, Cereal Chemistry, 1931, S. 95 ff.
49. *Dunlap, F. L.:* The problem of test bakes with a discussion of certain of their chemical and physical aspects, Cereal Chemistry, 1926, S. 201 ff.

50. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, S. 22—24.
51. *Herman and Hart:* Some factors influencing the experimental baking test. Cereal Chemistry 1927, S. 157—183.
52. *Kent-Jones and Geddes:* A co-operative study of the utility of different methods for evaluating flour strength. Cereal Chemistry 1936, S. 239 bis 280.
53. *Hartkopf, A.:* Does the present Canadian Wheat grading system do justice to European requirements? Flour Problems, 1935, S. 82—84.
54. *Beccari:* De Fromento, 1745, zitiert von Osborne, The proteins of the wheat kernels, 1907, Washington.
55. *Berliner* und *Koopmann:* Die Bestimmung des Klebers im Weizenmehl, Zeitschr. f. d. ges. Mühlenwesen, 1929, S. 33—38.
56. *Annen, H.:* Fehler bei der Kleberbestimmung, das Mühlenlaboratorium, 1933, S. 103.
57. *Fisher and Halton:* Observations on gluten-washing. Cereal Chemistry, 1936, S. 575—591.
58. *Krtinsky, K.:* Die Prüfung der Eigenschaften des Klebers. Das Mühlenlaboratorium 1933, Sp. 97.
59. *Haltmeier, O.:* Qualitätsbezeichnungen bei der Beurteilung von Feuchtkleber, Zeitschr. f. d. ges. Mühlenwesen, 1929, S. 67 ff.
60. *Berliner* und *Koopmann:* Kolloidchemische Studien am Weizenkleber nebst Beschreibung einer neuen Kleberprüfung. Zeitschr. f. d. ges. Mühlenwesen, 1929, S. 6, 57, 75.
61. *Pelshenke, P.:* Beiträge zur Bestimmung der Backfähigkeit von Weizenmehl, Archiv für Pflanzenbau, 1930, Bd. 5.
62. *Pelshenke, P.:* Die Gärmethode zur Schnellbestimmung der Kleberqualität von Weizen und Weizenmehlen. Das Mühlenlaboratorium 1931, S. 1.
63. *Pelshenke, P.:* Die Bestimmung der Kleberqualität nach der Schrotgärmethode, Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, 1935, S. 46 ff.
64. *Edel, P.:* Die Bestimmung der Kleberqualität bei Weizen nach der Schrotgärmethode. Die Mühle, 1934, Sp. 117—119.
65. *Klemt, G.:* Die deutsche Getreideernte 1935, Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1935, S. 200—209.
66. *Mohs, K.:* Die Proteinbestimmung und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Mehle. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, 1933, S. 10 ff.
67. *Chopin, M.:* Détermination of baking value of wheat by measure of specific energy of deformation of dough. Cereal Chemistry, 1927, S. 1 bis 13.
68. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 29.
69. *Brabender, C. W.:* Studies with the farinograph for predicting the most suitable types of american export wheats and flours for mixing with European soft wheats and flours. Cereal Chemistry 1932, S. 617—627.
70. *Mueller, G.:* Farinograph und Backversuch. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, 1933. S. 166—173.
71. *Bungenberg-de Jong:* Die Bedeutung der Mehl-Wasser-Kurve im Farinograph. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1933, S. 118.
72. *Simons, H.:* Der Farinograph. Das Mühlenlaboratorium, 1932, S. 55—66.
73. *Lange, W.:* Versuchsarbeiten am Farinographen. Vergleich der Kurven mit den Ergebnissen der Backversuche. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1933, S. 37—44.

74. *Landis, Q.:* An index of proteolytic activity by the use of the farinograph, Cereal Chemistry, 1935, S. 25—33.
75. *Köster, A.:* Die Viskositätsbestimmung an kolloidalen Systemen unter besonderer Berücksichtigung der phastischen Massen. Die chemische Fabrik 1936, S. 381.
76. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 24—40.
77. *Sauer, H.:* Die Dimensionen des Farinogrammes. Die Chem. Fabrik, 1937, S. 375—377.
78. *Near and Sullivan:* The use of the farinograph as an accurate measure of absorption. Cereal Chemistry, 1935, S. 527—531.
79. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 53.
80. *Brabender, C. W.:* Der Extensograph — eine Verfeinerung der Farinographie. Mehlprobleme, 1936, S. 12.
81. *Fahr, O.:* Technologische Unterschiede zwischen den amerikanischen und europäischen Knetmethoden. Mehl und Brot, 1936, Heft 44, S. 14—18.
82. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 56.
83. *Greizeneggen, J. K.:* Die Ergebnisse der objektiven Untersuchung und die Backwerte der Weizen. Die Landeskultur, 1936, S. 10—14.
84. *Girard:* Comptes Rendues, 123, 327/1896.
85. *Fleurent:* Recherches sur la composition immédiate et élémentaire des matières albuminoides extraites du grain des céréales. Annales de la Science Agr. française et étrangère, 1898.
86. *Fleurent:* La détermination de la valeur boulangère des farines de blé tendre au moyen d'un appareil dit gliadimètre, 1900.
87. *Bungenberg-de Jong.:* Colloid chemistry of gluten. Transactions of the Faraday Society, No. 138, Vol. XXVIII, Part II. Nov. 1932, 798 pp.
88. *Bungenberg-de Jong.:* Gluten formation, Journal of the Society of chemical Industry, No. 47, Vol. LII, 1933. 391 pp.
89. *Jessen* und *Hanssen:* Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1912. S. 275.
90. *Sharp* und *Gortner:* Techn. Bull. 19 (1923). Viscosity as a measure of hydration capacity of wheat flour and its relation to baking strength. Minnesota Arg. Exp. Station, Techn. Bull. 19 (1923).
91. *Blair, Watts and Denham:* Effect of concentration on viscosity of flour suspensions. Cereal Chemistry, 1927, S. 63—67, 206—219.
92. *Kuhn* und *Richter:* Koll. Zeitschrift 1920, S. 67.
93. *Johnson, A. H.:* Factors influencing the viscosity of flour-water suspensions, Cereal Chemistry, 1927, S. 87—128.
94. *Ruemele, Th.:* Über eine neue Methode zur Feststellung der Kleber- und Mehlqualität. Das Mühlenlaboratorium, 1931, Sp. 3.
95. *Ruemele, Th.:* Kritik der Viskositätsmessung in der Auslegung zur Qualitätsbestimmung. Das Mühlenlaboratorium, 1931, S. 19.
96. *Mohs, K.:* Mehlhandel nach Aschegehalt, Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1933, S. 216—220.
97. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl. Diss. 1937.
98. *Mohs* u. *Klemt:* Über Richtlinien zur Prämiierung von Weizensorten. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1934, S. 1—4.
99. *Kopetz, L.:* Graphische oder zahlenmäßige Auswertung von Farinogrammen. Das Mühlenlaboratorium, 1934. Sp. 96—102.
100. Institut f. Bäckerei, Berlin. Beurteilung der Backfähigkeit von Prüfungssorten, 1935.
101. *Matejovsky:* Vergleichsstudien der Methoden, welche zur Bestimmung der Qualität von Weizen und Weizenmehl dienen. Dissertation, Prag. 1937.

102. *Galter, E.:* Grundsätzliches über Passagenführung. Das Mühlenlaboratorium 1936, Sp. 1—12.
103. *Brabender* und *Mueller:* Welche der heutigen Methoden zur Bestimmung der Weizenqualität sind für eine gerechte Weizenstandardisierung brauchbar? Mehlprobleme, 1935, S. 42—50.
104. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 51.
105. Bericht von der Diskussionstagung über die Methodik zur Beurteilung von Kleberweizen am 1. Nov. 1935. Herausgegeben vom Institut für Müllerei, Berlin.
106. *Küster, F. W.:* Logarithmische Rechentafeln für Chemiker, 1925, S. 80.
107. *Klein, E.:* El Mejoramiento de la Calidad Industrial de los Trigos, Revista Molinera, Buenos-Aires, 1938, April, S. 594—602.
108. *Rauch, P.:* Härte und Grießbildung, Molnarok Lapja, August 1934, Budapest.
109. *Buchwald* und *Kühl:* Das Wasser im Leben des Getreidekornes. Zeitschr. f. d. ges. Mühlenwesen, 1927. S. 34 ff.
110. *Wiesner:* Biologie der Pflanzen — Keimen und Treiben.
111. *Schulze, K.:* Wissenswertes von der „Weizenwanze". Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1935, S. 211—218.
112. *Klemt, G.:* Über Schädigungen des Weizenklebers, Deutscher Müller, 1936. S. 128—129.
113. *Mohs* u. *Klemt:* Über die Backfähigkeit von Leimkleberweizen. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen, 1936, S. 1—7.
114. *Mueller, G.:* Mechanische Methoden zur Bestimmung der Backfähigkeit von Mehl, 1937, Diss. S. 56.
115. *Jörgensen, H.:* On the existence of powerful but latent proteolytic enzymes in wheat flour. Cereal Chemistry, 1936, S. 346—355.
116. *Schmidt, E.:* Die Ursache der Nichtanerkennung als Kleberweizen mancher gut aussehender Weizen. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, 1938, S. 28—31.
117. *Brabender, Mueller* u. *Köster:* Der Amylograph, ein Apparat zur Messung der Backfähigkeit von Roggen. Zeitschr. f. d. ges. Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, 1938, S. 168—175.

Lebenslauf.

Am 6. April 1907 wurde ich, Alfred Köster, in London als Sohn des Hütteningenieurs Dipl.-Ing. J. Köster geboren.

Nachdem ich meine erste Schulbildung auf einer englischen Privatschule erhalten hatte, gelangte ich im Jahre 1918, nach Beendigung des Weltkrieges, nach Deutschland und besuchte hier die Oberrealschule zu Duisburg und Düsseldorf.

An der Oberrealschule am Fürstenwall zu Düsseldorf legte ich Ostern 1927 die Reifeprüfung ab und studierte darauf in Bonn bis zum Jahre 1929 Chemie. Alsdann studierte ich auf der Technischen Hochschule zu Aachen Metallhüttenkunde und legte daselbst im Herbst 1932 die Diplom-Hauptprüfung ab.

Im Jahre 1933 trat ich in den Dienst der Firma Brabender o. H. in Duisburg, wo ich mich mit Getreide- und Mehlproblemen beschäftige. Meine hierbei erworbenen Erfahrungen über die Standardisierung des Weizens habe ich in dieser Dissertation niedergelegt.